



FACULTAD DE LETRAS Y CIENCIAS HUMANAS
ESPECIALIDAD EN GEOGRAFÍA Y MEDIO AMBIENTE

BIOGEOGRAFÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO EN EL PERÚ

“Análisis de escenarios climáticos y endemismo de *Phyllodactylus interandinus*,
Bachia intermedia y *Stenocercus huancabambae*, entre Amazonas y
Cajamarca, distritos de El Milagro y Bellavista”

Tesis para optar el título de Licenciado en Geografía y Medio Ambiente que
presenta la Bachiller:

THALÍA QUISPE CAJAHUANCA

ASESOR: MARTÍN TIMANÁ DE LA FLOR, PH.D.

San Miguel, 07 de Diciembre de 2015

AGRADECIMIENTOS

“Cuando un hombre se apiade de todas las criaturas vivientes,

sólo entonces será noble”

Buda

El presente trabajo de tesis ha sido realizado gracias al esfuerzo personal de la autora pero en el marco de una conjunción de colaboraciones de instituciones, profesionales y personas cuyo fin es promover la investigación y fomentar la protección del medio ambiente y los seres que lo componen.

Agradecer a la Pontificia Universidad Católica del Perú, en particular a la Dirección General de Investigación – DGI, que facilitó los recursos financieros para llevar a cabo la investigación en su conjunto, como beneficiaria del Programa de Apoyo al Desarrollo de Tesis de Licenciatura (PADET), correspondiente al año 2014.

Agradecer a los siguientes profesionales por su valiosa información, comentarios, aportes y correcciones en las personas de: PhD Martín Timaná De la Flor (PUCP), Ing. Segundo Vaca Marquina e Ing. Leywer Flores (Universidad Nacional de Cajamarca), PhD Carlos Reynel (Universidad Nacional Agraria La Molina), Sr. José Luis Marcelo Peña y Sr. Brian Zutta.

Agradezco la compañía de mi familia, la sonrisa y el abrazo de quien cada día se mantuvo creyendo en mí y en mi investigación como yo, y el corazón de los amigos que me asistieron en alma, apoyo y buenos deseos.

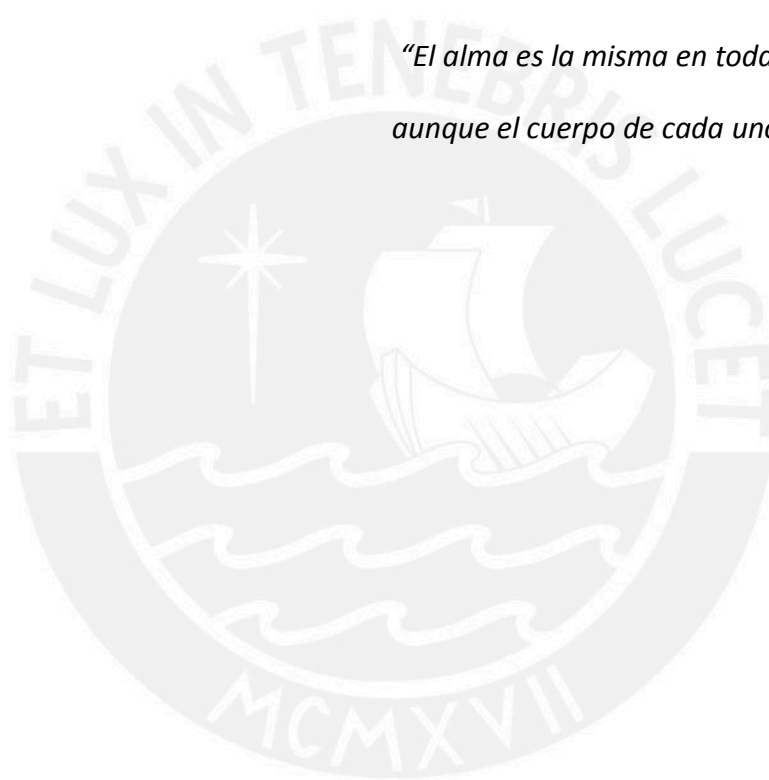
Finalmente, reconozco en los animales, las plantas, los cerros, el agua, la fuente de mi inspiración y les agradezco recordarme que formamos parte del mundo y que todos somos necesarios para la continuidad de la vida.

DEDICATORIA

A MI YANG

*“El alma es la misma en todas las criaturas,
aunque el cuerpo de cada uno es diferente”*

Hipócrates



RESUMEN

La presente investigación de tesis se enmarca en la unión de la biogeografía y el cambio climático. Aborda el estudio del riesgo de extinción de los reptiles endémicos del Perú *Phyllodactylus interandinus*, *Bachia intermedia* y *Stenocercus huancabambae*, así como la evaluación del estado de conservación del medio en donde se desarrollan, con énfasis en los distritos de Bellavista y El Milagro, en el límite regional entre Cajamarca y Amazonas.

La investigación se sustenta en la técnica del modelamiento de distribución de especies, dirigida a la examinación de la relación entre el cambio climático y los patrones del área de distribución geográfica de las especies evaluadas en escenarios de forzamiento antropogénico. En conjunto con el componente de análisis espacial mediante el empleo de técnicas de teledetección y sensores remotos, sistemas de información geográfica y trabajo de campo, expresados en el estudio multitemporal del estado del hábitat, canalizado a localizar en el territorio, caracterizar, y analizar las modificaciones de los usos del suelo, la cobertura vegetal y la estructura del paisaje en el periodo de 1991 – 2015.

La modelización permitió obtener como resultados el área de distribución potencial presente de acuerdo a la línea de base, periodo 1950 – 2000; el área distribución potencial en dos escenarios de cambio climático, RCP2.6 y RCP8.5, basados en las proyecciones climáticas de dos modelos climáticos globales HADGEM2-ES y CCM4 por concentraciones de GEI al año 2050; y el área de congruencia espacial de las tres especies de estudio. El análisis espacio - temporal del territorio permitió conocer la dinámica y el estado actual de un hábitat relictivo de endemismo vegetal propio. Se destaca entre los resultados un nuevo registro de la especie *Stenocercus huancabambae* producto de la investigación de campo.

Los resultados caracterizan un área de distribución restringida en concordancia con el alto grado de endemismo de las especies evaluadas. La respuesta de las especies endémicas de estudio expresó resultados interesantes, reflejados en el incremento y desplazamiento latitudinal del área de distribución potencial. La distribución potencial presente comprendería casi en su totalidad las localidades de Bellavista y el Milagro, Bagua y El Parco, se identificaron además alrededor de siete localidades nuevas considerando los intervalos de probabilidad de 0.4 – 1.0; en los escenarios de cambio climático RCP2.6 y RCP8.5, las especies analizadas ampliarían su área de distribución potencial en un promedio de 48.79% y 51.91%, respectivamente. La especie *S. huancabambae* se caracterizó como la única especie que continuaría ampliando su

distribución potencial en un escenario de cambio climático sumamente severo, en contraste, las especies *B. intermedia* y *P. interandinus*, evidenciarían un proceso de disminución del área de distribución favorable. El análisis del espacio geográfico configurado por la acción humana evidencia un paisaje con tendencia a la fragmentación por la ampliación de la frontera agrícola y áreas de vegetación escasa, restringiendo determinadas áreas climáticamente favorables que no serían ecológicamente aptas como hábitat físico de la especie.

Es importante resaltar que en la actualidad las especies evaluadas no se encuentran en ningún régimen de protección. Esta observación es crítica al identificar que el 54.4% de la distribución de la especie *B. intermedia*, el 59.7% de la distribución de la especie *P. interandinus* y el 32.4% de la especie *S. huancabambae* se ubican en el sitio de alta prioridad Bosques secos del Marañón y límite del bosque de la Cordillera Real Oriental.

La geografía en su rama biogeográfica permite definir un modelo de estudio del componente biótico a partir de una perspectiva y dimensión espacial. En función a ello, la investigación propone un modelo analítico de estudio geográfico y proyectivo de las especies animales en condiciones de cambio climático que pueda ser replicado en otros territorios y con taxones diversos de manera válida.

La investigación está orientada a formar parte de un proyecto más amplio sobre el estudio de la incidencia del cambio climático en la distribución de los organismos terrestres del Perú. Su finalidad principal es la contribución a la conservación de la fauna endémica de nuestro país, aminorar su situación de vulnerabilidad en el presente y en el futuro en base a proyecciones; y, generar conocimientos sobre las especies nativas escasamente exploradas.

ABSTRACT

This research focuses on the union between biogeography and climate change. This study deals with the risk of extinction endemic reptiles of Peru, such as, specifically, *Phyllodactylus interandinus*, *Bachia intermedia* and *Stenocercus huancabambae*, and the state of conservation of the environment in which these species develop, concentrating on the districts of Bellavista and El Milagro, alongside the regional border between Cajamarca and Amazonas.

This research is based on the species distribution modeling technique, aimed at the examination of the relationship between climate change and the geographic distribution patterns of species assessed in anthropogenic forcing scenarios. Together with spatial analysis components using remote sensing techniques, geographic information systems and fieldwork, expressed in a diachronic study of the aforementioned habitat, channeled to identify, characterize and analyze changes in land use, vegetation and landscape structure in the period 1991 - 2015.

The modeling results show the potential distribution area according to the baseline period 1950 - 2000; the potential distribution area in two climate change scenarios, RCP8.5 and RCP2.6, based on climate projections from two global climate models HadGEM2 - ES and CCM4 by concentrations of GHG to 2050; and the overlap area of the three species studied. The spatial and temporal analysis of the territory allowed us to better understand the dynamics and current state of a habitat with its own plant endemism. Furthermore, as a byproduct of our investigation, a new record for the species *Stenocercus huancabambae* was documented.

The results characterize a restricted distribution range in line with the high degree of endemism of species assessed. The response of endemic species expressed interesting results, reflected in the increase and latitudinal displacement of the potential distribution area. The present potential distribution areas comprise the localities of Bellavista, El Milagro, Bagua Grande and Chirinos, approximately seven new localities were identified by considering probability intervals 0.4 – 1.0; in the climate change scenarios RCP2.6 and RCP8.5, species expand their potential range at an average of 48.79% and 51.91%, respectively. The species *S. huancabambae* was characterized as the only species that continued to expand its potential distribution area in a context of extremely severe climate change; by contrast, *B. intermedia* and *P. interandinus* would demonstrate a process where its potential distribution area tends to diminishes. The spatial analysis of geographic space configured by human action demonstrates a landscape prone to fragmentation by expanding the agricultural frontier and areas of

sparse vegetation, restricting certain climatically favorable areas that would not be ecologically suitable as the habitat of the species.

The species assessed are not in any system of protection. This observation is critical because 54.4% of the potential distribution area of *B. Intermedia*, 59.7% of the potential distribution area of *P. interandinus* and 32.4% potential distribution area of *S. huancabambae* are located in the high priority site Bosques secos del Marañón y límite del bosque de la Cordillera Real Oriental..

The geography in the biogeographical branch allows for us to define a model for studying biotic components from a spatial perspective and dimension. On such a basis, this research proposes an analytical model of geographical and projective study of animal species under climate change that can reliably be replicated in other areas and with other species.

The research is aimed as part of a project to study the impact of climate change on the distribution of terrestrial organisms in Peru. Its main purpose is to contribute to the conservation of endemic Peruvian fauna, reduce their present and future vulnerability using projections; and generates knowledge on less explored native species.

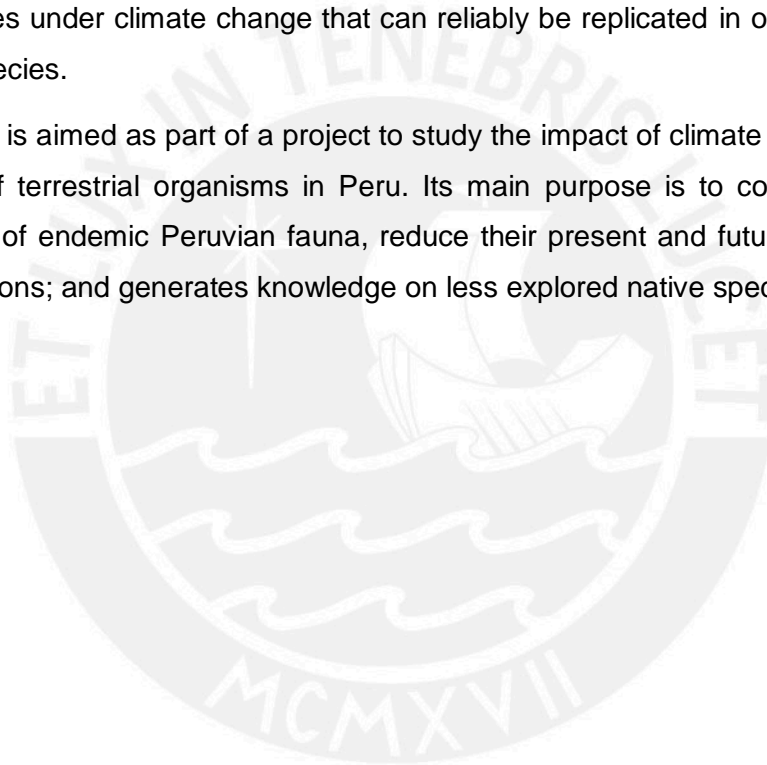


TABLA DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS.....	II
RESUMEN.....	IV
ABSTRACT.....	VI
ÍNDICE DE TABLAS.....	XI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XIII
ÍNDICE DE MAPAS.....	XIV
SIGLAS Y ACRÓNIMOS.....	XVI
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1: LA ALTERACIÓN DE LOS LÍMITES CLIMÁTICOS EN EL DESARROLLO DE LAS ESPECIES.....	3
1.1 EL CAMBIO CLIMÁTICO Y LA FAUNA SILVESTRE.....	3
1.2 PREGUNTAS DE LA INVESTIGACIÓN.....	5
1.3 HIPÓTESIS.....	5
1.4 OBJETIVOS.....	6
1.5 JUSTIFICACIÓN.....	7
CAPÍTULO 2: LA NATURALEZA DEL CAMBIO CLIMÁTICO Y LA DISTRIBUCIÓN DE ESPECIES.....	10
2.1 BASES TEÓRICAS.....	10
2.1.1 El clima: patrones e influencias sobre la vida silvestre.....	10
2.1.2 Cambio climático y biodiversidad: la respuesta de la fauna silvestre.....	14
2.1.3 Biogeografía de la conservación.....	17
2.1.4 Ecología del paisaje.....	19
2.1.5 Modelamiento predictivo: áreas de distribución potencial de especies.....	22
2.2 PRECISIONES CONCEPTUALES.....	25
2.2.1 El ambiente y el área de distribución geográfica.....	25
2.2.2 El nicho ecológico: concepto multidimensional.....	26
2.2.3 Riqueza y endemismo.....	28
2.2.4 Modelamiento de distribución espacial de especies y Modelamiento de nicho ecológico.....	29

CAPÍTULO 3: MARCO METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN.....	32
3.1 ESTRATEGIA UTILIZADA.....	32
3.2 MÉTODO DE TRABAJO.....	33
3.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS.....	35
3.3.1 Análisis de data.....	35
3.3.2 Investigación de campo.....	39
3.3.3 Modelamiento de distribución de especies: Maxent.....	42
3.3.4 Técnicas de procesamiento de Información: SIG y Teledetección.....	49
CAPÍTULO 4: ESTUDIO DE CASO.....	54
4.1 OBJETO DE ESTUDIO.....	54
4.1.1 Contexto taxonómico y geográfico actual.....	54
4.1.2 Nicho climático, hábitat y biología.....	55
4.1.3 Amenazas, vulnerabilidad y estado de conservación.....	59
4.2 ÁREA DE ESTUDIO.....	60
4.2.1 Caracterización físico – geográfica.....	60
4.2.2 Caracterización ecológica.....	73
4.2.3 Caracterización socioeconómica.....	83
4.2.4 Estado de protección.....	89
CAPÍTULO 5: RESULTADOS.....	97
5.1 DISTRIBUCIÓN POTENCIAL PRESENTE: LÍNEA DE BASE, PERIODO 1950 – 2000.....	97
5.2 DISTRIBUCIÓN POTENCIAL FUTURA: ESCENARIOS RCP2.6 Y RCP8.5.....	114
5.3 LA CONFIGURACIÓN ESPACIAL DEL PAISAJE DE BELLAVISTA Y EL MILAGRO.....	142
CAPÍTULO 6: EL CAMBIO CLIMÁTICO Y LAS ESPECIES ENDÉMICAS: <i>Phyllodactylus interandinus</i>, <i>Bachia intermedia</i> y <i>Stenocercus huancabambae</i>.....	177
6.1 ANÁLISIS.....	177
6.2 DISCUSIÓN Y ALCANCES DE LA INVESTIGACIÓN.....	183
6.3 SÍNTESIS.....	190

CAPÍTULO 7: CONCLUSIONES Y REFLEXIONES FINALES.....	193
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA.....	197
ANEXOS.....	216
ANEXO 1: Evaluación preliminar de la herramienta <i>Jackknife</i>	217
ANEXO 2: Rosas de los vientos mensuales (2004 – 2014).....	218
ANEXO 3: Parámetros climáticos de Amazonas y Cajamarca.....	220
ANEXO 4: Mapas de las especies vegetales registradas en el área de estudio.....	221
ANEXO 5: Registro fotográfico de las especies vegetales identificadas.....	230
ANEXO 6: Registro fotográfico del paisaje de Bellavista y El Milagro.....	254



ÍNDICE DE TABLAS

TABLA N° 2.1. <i>Representative Concentration Pathways</i> (RCP).....	16
TABLA N° 3.1. Fuentes de información de registros faunísticos.....	36
TABLA N° 3.2. Clasificación de variables bioclimáticas.....	37
TABLA N° 3.3. Modelos HadGEM2-ES y CCSM4 según grado de complejidad.....	38
TABLA N° 3.4. Detalles de las variables ambientales procesadas.....	46
TABLA N° 3.5. Rangos de validación del área bajo la curva (AUC).....	48
TABLA N° 4.1. Especies seleccionadas.....	54
TABLA N° 4.2. Características morfológicas de la especie <i>B. intermedia</i>	56
TABLA N° 4.3. Características morfológicas de la especie <i>P. interandinus</i>	57
TABLA N° 4.4. Características morfológicas de la especie <i>S. huancabambae</i>	58
TABLA N° 4.5. Clasificación del hábitat: <i>P. interandinus</i> , <i>B. intermedia</i> y <i>S. huancabambae</i>	59
TABLA N° 4.6. Características generales del área de estudio.....	60
TABLA N° 4.7. Límites del área de estudio.....	62
TABLA N° 4.8. Unidades estratigráficas del área de estudio.....	64
TABLA N° 4.9. Información de las estaciones meteorológicas del SENAMHI.....	66
TABLA N° 4.10. Categorización de especies de reptiles amenazados.....	75
TABLA N° 4.11. Tipos de bosque por departamento (ha).....	79
TABLA N° 4.12. Zonas de vida, distritos de Bellavista y El Milagro.....	82
TABLA N° 4.13. Disponibilidad de servicios básicos en el distrito de El Milagro.....	84
TABLA N° 4.14. Incremento de la población en El Milagro.....	85
TABLA N° 4.15. Disponibilidad de servicios básicos en el distrito de Bellavista.....	86
TABLA N° 4.16. Incremento de la población en Bellavista.....	87
TABLA N° 5.1. Registros georeferenciados y localidades por especie.....	97
TABLA N° 5.2. Datos del nuevo registro de la especie <i>Stenocercus huancabambae</i>	101
TABLA N° 5.3. Asignación de intervalos de probabilidad y terminología.....	102
TABLA N° 5.4. Condiciones del análisis de modelamiento por especie.....	103
TABLA N° 5.5. Áreas de distribución potencial presente de acuerdo a variables climáticas.....	104
TABLA N° 5.6. Áreas de distribución potencial presente de acuerdo a variables climáticas y la variable categórica de vegetación.....	104
TABLA N° 5.7. Localidades comprendidas por el área de distribución potencial presente de la especie <i>Bachia intermedia</i>	106

TABLA N° 5.8. Localidades comprendidas por el área de distribución potencial presente de la especie <i>Phyllodactylus interandinus</i>	107
TABLA N° 5.9. Localidades comprendidas por el área de distribución potencial presente de la especie <i>Stenocercus huancabambae</i>	109
TABLA N° 5.10. Áreas de distribución potencial de acuerdo a variables biofísicas y climáticas (RCP 2.6)	114
TABLA N° 5.11. Áreas de distribución potencial de acuerdo a variables biofísicas, climáticas y variable categórica de vegetación (RCP 2.6).....	114
TABLA N° 5.12. Localidades comprendidas por el área de distribución potencial futura de la especie <i>Bachia intermedia</i> (RCP2.6).....	115
TABLA N° 5.13. Localidades comprendidas por el área de distribución potencial futura de la especie <i>Phyllodactylus interandinus</i> (RCP2.6).....	117
TABLA N° 5.14. Localidades comprendidas por el área de distribución potencial futura de la especie <i>Stenocercus huancabambae</i> en la región Amazonas (RCP2.6).....	119
TABLA N° 5.15. Localidades comprendidas por el área de distribución potencial futura de la especie <i>Stenocercus huancabambae</i> en la región Cajamarca (RCP2.6).....	121
TABLA N° 5.16. Áreas de distribución potencial de acuerdo a variables biofísicas y climáticas (RCP 8.5).....	125
TABLA N° 5.17. Áreas de distribución potencial de acuerdo a variables biofísicas, climáticas y variable categórica de vegetación (RCP 8.5).....	125
TABLA N° 5.18. Localidades comprendidas por el área de distribución potencial futura de la especie <i>Bachia intermedia</i> (RCP8.5).....	126
TABLA N° 5.19. Localidades comprendidas por el área de distribución potencial futura de la especie <i>Phyllodactylus interandinus</i> (RCP8.5).....	128
TABLA N° 5.20. Localidades comprendidas por el área de distribución potencial futura de la especie <i>Stenocercus huancabambae</i> en Amazonas (RCP8.5).....	133
TABLA N° 5.21. Localidades comprendidas por el área de distribución potencial futura de la especie <i>Stenocercus huancabambae</i> en Cajamarca (RCP8.5).....	134
TABLA N° 5.22. Porcentaje de cambio del área de distribución potencial de <i>B. intermedia</i> , <i>P. interandinus</i> y <i>S. huancabambae</i> , intervalos CM, CA, CMA (0.4 - 1.0).....	137
TABLA N° 5.23. Áreas de congruencia del área de distribución potencial de las especies evaluadas, intervalos CM, CA, CMA (0.4 - 1.0).....	138
TABLA N° 5.24. Resumen estadístico de los modelos de distribución.....	139
TABLA N° 5.25. Usos de suelo en hectáreas (1991 - 2015).....	147
TABLA N° 5.26. Usos de suelo en porcentaje sin considerar la nubosidad en el área total (1991 - 2015).....	149
TABLA N° 5.27. Tasas de cambio de usos de suelo, periodo 1991 - 2015 (%).....	149
TABLA N° 5.28. Especies vegetales registradas en el área de estudio.....	164

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA N° 2.1. Nuevos escenarios climáticos RCP.....	16
FIGURA N° 2.2. Elementos básicos del paisaje.....	20
FIGURA N° 2.3. Diagrama BAM.....	31
FIGURA N° 3.1. Vista general del software MAXENT 3.3.3k.....	47
FIGURA N° 3.2. Parámetros seleccionados del software MAXENT 3.3.3k.....	47
FIGURA N° 4.1. Holotipo de <i>B. intermedia</i>	55
FIGURA N° 4.2. <i>P. interandinus</i> en reposo.....	56
FIGURA N° 4.3. <i>S. huancabambae</i> en Bagua, Amazonas.....	58
FIGURA N° 4.4. Bosque seco y Formación El Milagro.....	65
FIGURA N° 4.5. Climograma de temperatura máxima y precipitación, estación Bagua Chica, periodo 2004 – 2014.....	67
FIGURA N° 4.6. Climograma de temperatura mínima y precipitación, estación Bagua Chica, periodo 2004 – 2014.....	67
FIGURA N° 4.7. Climograma de temperatura máxima y precipitación, estación Jaén, periodo 2004 – 2014.....	68
FIGURA N° 4.8. Climograma de temperatura mínima y precipitación, estación Jaén, periodo 2004 – 2014.....	69
FIGURA N° 4.9. Humedad relativa de las estaciones Bagua Chica y Jaén (2004 -- 2014).....	70
FIGURA N° 4.10. Diagrama de rosa de los vientos del área de estudio.....	70
FIGURA N° 4.11. Fauna silvestre amenazada 1977 - 1990.....	74
FIGURA N° 4.12. Fauna silvestre amenazada 2000 - 2004.....	74
FIGURA N° 4.13. Área quemada en Shumba bajo.....	92
FIGURA N° 5.1. Especimen TQ001, Bellavista, Jaén.....	101
FIGURA N° 5.2. Análisis estadístico AUC por especie.....	140
FIGURA N° 5.3. Evaluación de la herramienta <i>Jackknife</i> de las variables ambientales seleccionadas por especie.....	141
FIGURA N° 5.4. Formaciones vegetales identificadas en el área de estudio.....	158
FIGURA N° 5.5. Estratos de vegetación identificados en el área de estudio.....	159
FIGURA N° 5.6. Cobertura natural y cultivada del paisaje.....	159
FIGURA N° 5.7. Vegetación identificada en el área de estudio.....	160
FIGURA N° 5.8. Porcentaje de suelo descubierto	160

ÍNDICE DE MAPAS

MAPA N° 3.1. Puntos propuestos de muestreo de ADE, trabajo de campo I y trabajo de campo II.....	40
MAPA N° 3.2. Trayectos evaluados mediante el trabajo de campo I y el trabajo de campo II.....	41
MAPA N° 4.1. Área de estudio.....	61
MAPA N° 4.2. Geología del área de estudio.....	63
MAPA N° 4.3. Fauna endémica amenazada en el área de estudio.....	77
MAPA N° 4.4. Flora endémica amenazada en el área de estudio.....	78
MAPA N° 4.5. Zonas de vida del área de estudio según el mapa ecológico del Perú.....	80
MAPA N° 4.6. Zonas de vida del área de estudio.....	81
MAPA N° 4.7. Cobertura vegetal de acuerdo al MINAM, 2011.....	90
MAPA N° 4.8. Deforestación en Bellavista y El Milagro.....	91
MAPA N° 4.9. Capacidad de uso mayor del área de estudio.....	94
MAPA N° 4.10. Zonificación Económica Ecológica del área de estudio.....	96
MAPA N° 5.1. Registros georeferenciados de la especie endémica <i>Bachia intermedia</i>	98
MAPA N° 5.2. Registros georeferenciados de la especie endémica <i>Phyllodactylus interandinus</i>	99
MAPA N° 5.3. Registros georeferenciados de la especie endémica <i>Stenocercus huancabambae</i>	100
MAPA N° 5.4. Área de distribución potencial presente comparativa de la especie <i>Bachia intermedia</i>	105
MAPA N° 5.5. Área de distribución potencial presente comparativa de la especie <i>Phyllodactylus interandinus</i>	108
MAPA N° 5.6. Área de distribución potencial presente comparativa de la especie <i>Stenocercus huancabambae</i>	110
MAPA N° 5.7. Área de distribución potencial presente y áreas de conservación....	112
MAPA N° 5.8. Área de distribución potencial futura comparativa de la especie <i>Bachia intermedia</i> , escenario RCP2.6.....	116
MAPA N° 5.9. Área de distribución potencial futura comparativa de la especie <i>Phyllodactylus Interandinus</i> , escenario RCP2.6.....	118
MAPA N° 5.10. Área de distribución potencial futura comparativa de la especie <i>Sternocercus huancabambae</i> escenario RCP2.6.....	120
MAPA N° 5.11. Área de distribución potencial futura y áreas de conservación, escenario RCP2.6.....	124

MAPA N° 5.12. Área de distribución potencial futura comparativa de la especie <i>Bachia intermedia</i> , escenario RCP8.5.....	127
MAPA N° 5.13. Área de distribución potencial futura comparativa de la especie <i>Phyllodactylus Interandinus</i> , escenario RCP8.5.....	130
MAPA N° 5.14. Área de distribución potencial futura comparativa de la especie <i>Sternocercus huancabambae</i> escenario RCP8.5.....	132
MAPA N° 5.15. Área de distribución potencial futura y áreas de conservación, escenario RCP8.5.....	135
MAPA N° 5.16. Usos de suelo en el año 1991.....	143
MAPA N° 5.17. Usos de suelo en el año 2000.....	145
MAPA N° 5.18. Usos de suelo en el año 2013.....	148
MAPA N° 5.19. Usos de suelo en el año 2015.....	150
MAPA N° 5.20. Comparación de resultados por métodos ArcGIS 10.1 y ENVI, 2015.....	154
MAPA N° 5.21. El estado de la fragmentación del paisaje en el área de estudio, periodo 1991 – 2015.....	157
MAPA N° 5.22. Área de distribución potencial presente y amenazas.....	174
MAPA N° 5.23. Área de distribución potencial presente y oportunidades de conservación.....	176

SIGLAS Y ACRÓNIMOS

ADE	Áreas de entrenamiento
ANP	Áreas Naturales Protegidas
AOI	Área de interés
AR4	Cuarto Informe de evaluación del IPCC
AR5	Quinto Informe de evaluación del IPCC
BHL	Biodiversity Heritage Library
CDC - UNALM	Centro de Datos para la conservación de la Universidad Nacional Agraria La Molina
CCAFS	Climate Change, Agriculture and Food Security
CEPLAN	Centro Nacional de Planeamiento estratégico
CICAP	Centro de Investigación, Capacitación, Asesoría y Promoción
CIFF	Children's Investment Fund Foundation
CMIP5	Coupled Model Intercomparison Project Phase 5
CNS	Clasificación no supervisada
COSUDE	Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación
CS	Clasificación supervisada
ESM	Earth System Model
GBIF	Global Biodiversity Information Facility
GEI	Gases de efecto invernadero
GtC	Gigatoneladas de carbono
INEI	Instituto Nacional de Estadística e Informática
IUCN	International Union for Conservation of Nature
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
MCG	Modelos climáticos globales
MCG-AO	Modelos climáticos globales atmósfera – océano
MDE	Modelamiento de distribución de especies
MNE	Modelamiento de nicho ecológico
SENAMHI	Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú
SIG	Sistemas de información geográfica
USGS	U.S. Geological Survey

INTRODUCCIÓN

El cambio climático a nivel global es una realidad cada vez menos cuestionable, los impactos que repercuten en el medioambiente han sido y continúan siendo notables para el sistema biológico en general y para la biodiversidad en particular (IPCC, 2013).

El clima no es un elemento estático, es más bien, dinámico. La variabilidad climática ha generado condiciones ambientales cambiantes en el tiempo por fluctuaciones naturales. Sin embargo, las evidencias han señalado a la influencia antrópica como una constante discernible, que ha generado una transformación acelerada del clima facilitando el avance del cambio climático, especialmente durante las últimas dos décadas (Hegerl et al., 2007).

La tendencia ascendente del cambio climático, relacionado con el aumento de la temperatura o variaciones del sistema climático, comprometen el estado de los ecosistemas y de las especies que los habitan (Vargas, 2009). Asimismo, constituye una presión adicional que dificulta la resiliencia de los ecosistemas terrestres y la capacidad adaptativa de las especies en términos de poblaciones e individuos (WWF, 2012).

El cambio climático ha introducido efectos heterogéneos en cuantiosas regiones, en algunos casos beneficiosos y en otros adversos e irreversibles. Los efectos biológicos del cambio climático se acentúan en los países en desarrollo, especialmente en el territorio peruano, el grado de amenaza se agudiza por la dependencia de la biodiversidad y la proporción de regiones altamente sensibles al estado del clima (Vargas, 2009).

Igualmente, algunas poblaciones de especies se distinguen como menos o más vulnerables. La sensibilidad de nuestras especies endémicas, debido a su nicho especializado, hábitat y límites de tolerancia restringidos; las hace poseedoras de un mayor grado de vulnerabilidad y exposición ante la amenaza emergente de la variación climática futura; pudiendo alterarse de manera drástica los patrones conocidos de las mismas (Foden et al., 2008). En consecuencia, la manifestación del cambio climático en el Perú evoluciona hacia una probabilidad cada vez mayor de alteraciones de distribución y cambios intraespecíficos a nivel de composición, estructura y función de las especies faunísticas nativas; extinciones y pérdida de la diversidad y riqueza, a diferentes escalas temporales y espaciales (Larsen et al., 2011)

En este escenario, la conservación de las especies surge como una estrategia de desarrollo del territorio en progreso, emprendida desde múltiples disciplinas, una de

las aproximaciones recientes parte de la biogeografía. En el territorio se da el origen y el desarrollo de una especie, rescatando la importancia del espacio geográfico en la temática de conservación, que hace posible la investigación de la extensión del hábitat de una especie como indicador para medir sustancialmente la respuesta de los organismos ante estímulos climáticos disímiles y su grado de conservación (Whittaker et al., 2005).

Consecuentemente, surge el reto de delimitar el espacio futuro que podría ocupar una determinada especie y los cambios que presentará con la influencia de raudos cambios ambientales. El abordaje desde la dimensión proyectiva del modelamiento de distribución de especies (Graham et al., 2011) constituye una oportunidad para anticipar impactos adversos y un aporte base para el desarrollo de estrategias futuras de conservación frente a la amenaza del cambio climático (Guisan et al, 2013)

En la presente tesis consideraremos las siguientes secciones: en el capítulo I se expondrá la problemática de fondo, desde la cual surge la motivación para el estudio de la fauna silvestre endémica peruana en relación a la transformación climática creciente; los objetivos e hipótesis de la investigación y la relevancia del estudio para los esfuerzos de conservación. En el capítulo II, se presentará el estado del arte de la perspectiva biogeográfica frente al cambio climático con énfasis en especies endémicas. Los aspectos metodológicos centrados en el desarrollo de modelos de distribución de especies de acuerdo al cambio climático observado y esperado, los instrumentos, el manejo de los sistemas de información geográfica, teledetección y otros serán abordados en el capítulo III. En el capítulo IV, se precisará en mayores detalles el estudio de caso situado en la frontera de Cajamarca y Amazonas, distritos de Bellavista y el Milagro, con las especies modelo: *Phyllodactylus interandinus*, *Bachia intermedia* y *Stenocercus huancabambae*. El contraste y evaluación en conjunto de la información y resultados de la construcción de los modelos se desarrollarán en el capítulo V con la finalidad de destacar amenazas específicas directas y/o asociadas; y, encontrar oportunidades de acción e investigación mediante la evaluación del estado de las especies animales vulnerables seleccionadas. En el capítulo VI se discutirán los alcances de los métodos empleados en el desarrollo de la presente investigación. Finalmente, las conclusiones concretarán el contenido central de la investigación, la interpretación de los resultados obtenidos, reflexiones propositivas y recomendaciones finales sintetizadas en el capítulo VII.

CAPÍTULO 1

LA ALTERACIÓN DE LOS LÍMITES CLIMÁTICOS EN EL DESARROLLO DE LAS ESPECIES

El capítulo sitúa la problemática del cambio climático respecto a sus dimensiones y sus efectos sobre la distribución de las especies continentales faunísticas como tema central de estudio. Se presentan los lineamientos y objetivos que rigen la presente investigación, la relevancia de su realización y la hipótesis propuesta.

1.1 EL CAMBIO CLIMÁTICO Y LA FAUNA SILVESTRE

El estudio de los impactos del cambio climático es un tema cada vez más extendido como materia de investigación, de esta manera, la temática de los impactos biológicos ha generado un incremento de literatura científica sobre los cambios en los límites geográficos de las especies bajo el contexto del calentamiento global (Parmesan, 2006).

Está documentado que debido al cambio climático se ha generado una inestabilidad poblacional en las especies, provocando aumentos o decrecimientos inusuales en determinadas especies (FAO, 2013; Walther et al., 2002). Como se hace referencia en el estudio de Epstein et al. (1998), las alteraciones de los patrones climáticos a causa del calentamiento global inciden en la biota desde la entomofauna. La evidencia presentada se sustenta en la existencia de organismos altamente dependientes de la temperatura y precipitación actual y futura, poseedores de umbrales muy estrechos; como se menciona en el caso de los mosquitos anofelinos cuya necesidad de 16 °C limita su supervivencia en ambientes de menor temperatura. Igualmente, se demostró una asociación entre los cambios de los patrones del clima y la distribución geográfica de escarabajos mediante evaluaciones paleoclimáticas.

De acuerdo al aumento de temperatura en las últimas décadas y las simulaciones realizadas en diversos estudios, se ha destacado que la distribución de algunas especies se vería incrementada por motivos de cambio climático (Epstein et al., 1998). El cambio en los patrones de distribución de las especies podría dirigirse hacia zonas geográficas de mayor altitud y latitud (Tovar et al., 2013).

Igualmente, investigaciones sobre anfibios en Inglaterra, han documentado la generación de cambios ecofisiológicos de reproducción de acuerdo a la variación de la temperatura de su hábitat (Parmesan, 2006). Se sustrae que el clima es un elemento clave en la extensión y desarrollo de la biota, por ello, es necesario abordar la

problemática de la variación de la distribución geográfica de las especies desde una perspectiva climática.

En relación al efecto del cambio climático, se ha estimado la importancia de las regiones andinas, en donde se destaca una mayor facilidad de variación en términos de isotermas, siendo más discernibles en comparación con las variaciones latitudinales en otras regiones. La alteración de los Andes en los aspectos físicos y bióticos sería más exacerbada de acuerdo a evidencias presentes; según lo afirmado se le puede otorgar la condición de centro de monitoreo e investigación de respuestas ante el avance del cambio climático (FAO, 2014).

Considerando que gran parte de nuestro territorio es alta montaña y Amazonía, cualquier variación ambiental afecta hasta el nivel microclimático; sin embargo, tampoco se ha estudiado específicamente la vulnerabilidad e impactos del cambio climático sobre muchos ecosistemas peruanos y menos sobre las especies que contienen. En este sentido, la planificación del desarrollo en el Perú se viene realizando sin tomar muy en cuenta la evaluación de estos riesgos y cambios a futuro, suponiendo uno de los problemas principales para el desarrollo sostenible del territorio, debido a que, el cambio de distribución de las especies puede significar necesidad de cambio de actividades económicas por escasez de especies comerciales, cambio de zonificaciones espaciales pensado en un desarrollo amigable con el ambiente pero que lo veía como estático y no cambiante, cambios en la ubicación de áreas naturales protegidas por migración de las especies que buscaban proteger o extinción de las mismas, conflictos por usos de suelo de producción y protección y otros (MINAM, 2010).

La implementación y producción de bases de datos de distribución actual y potencial, de especies está extendiéndose a nivel global (Parmesan, 2006). Los países latinoamericanos, especialmente el Perú, presentan una biodiversidad muy amplia, teniendo en cuenta la presencia de la Amazonía y los pisos ecológicos de los Andes (Brack, 2004). Sin embargo, presentan menor cantidad de estudios en comparación con el territorio europeo; siendo uno de los principales obstáculos para la conservación de las especies nativas. La investigación dirigida por NatureServe "Distribución de especies endémicas en la vertiente oriental de los Andes en Perú y Bolivia (Young et al., 2007), constituye el antecedente más próximo al estudio del área de distribución potencial de especies endémicas, evaluando 18 grupos taxonómicos, figurando entre ellas algunas especies endémicas peruanas. Sin embargo, el estudio estuvo dirigido a la estimación de predicciones de áreas de distribución actuales sin evaluar los efectos del cambio climático en la fauna endémica. Estudios como la investigación de

Berry et al. (2002), con 54 especies elegidas entre plantas europeas, anfibios, mariposas y mamíferos constituyen una aproximación a estimar predicciones actuales y futuras del área de distribución de determinadas especies; es posible citar numerosos trabajos sin embargo, como se ha mencionado la producción es extranjera. En América Latina se tienen algunos estudios como la investigación de Velasquez et al. (2013) para la avifauna colombiana incluyendo algunas especies endémicas; sin embargo, no hay estudios de modelamiento que involucren proyecciones del área de distribución potencial a futuro ni en condiciones de cambio climático para especies endémicas peruanas.

La presente investigación constituirá un aporte significativo a avizorar vacíos espaciales en los esfuerzos de conservación que se manifiestan en el Perú y que pudieran surgir con la movilidad de las especies, consecuencia del cambio climático sostenido en el tiempo. Contribuirá a la protección de especies de la herpetofauna nativa con estatus de riesgo elevado por su endemismo en el territorio peruano y a prácticas relacionadas con el desarrollo sostenible del territorio.

1.2 PREGUNTAS DE LA INVESTIGACIÓN

En este estudio se plantean las siguientes preguntas:

- a. ¿Cuáles serían los efectos que generaría el cambio climático en las áreas aptas para la supervivencia de las especies seleccionadas?
- b. ¿Qué escenarios positivos y negativos se pueden obtener mediante el modelamiento de las distribuciones potenciales para las especies seleccionadas?
- c. ¿En qué medida los efectos del cambio climático agravarían la condición de riesgo de extinción y/o vulnerabilidad de las especies modeladas?
- d. ¿Es posible evaluar el estado de conservación de las áreas colonizables?

1.3 HIPÓTESIS

Los territorios aptos para la permanencia sostenida de las especies seleccionadas disminuirán por los cambios del componente abiótico, además, se podrán distinguir nuevas áreas de aptitud fuera del espacio de distribución actual.

El escenario negativo producido evidenciará desplazamientos altitudinales y migración de las especies a nuevos espacios, inestabilidad y despoblamiento del hábitat y en consecuencia, transformación del mosaico de especies iniciales. En un escenario positivo, el cambio climático no generará suficientes transformaciones medioambientales para afectar el umbral de tolerancia de las especies selectas, habrá

una permanencia de las mismas y una estabilidad de las actividades que las involucran.

Si los efectos del cambio climático continúan se reducirán las posibilidades de supervivencia; especialmente para las especies de vulnerabilidad alta y nicho restringido actual con una orientación hacia la extinción local.

El estudio permite una cuantificación del grado de exposición, vulnerabilidades e impactos que existen sobre las especies endémicas seleccionadas en un contexto de cambio climático. El método de modelamiento de distribución de especies y las técnicas de sistemas de información geográfica permiten definir áreas de localización potencial por movilidad de las especies y evaluar el uso antrópico de los territorios que subyacen a estas áreas en la actualidad, evidenciando que es posible identificar un modelo de estudio del componente biótico a partir de una perspectiva biogeográfica, aplicando el análisis espacial, el mismo modelo que puede ser replicado en otros territorios y especies.

La propuesta de la investigación es el desarrollo de estrategias de conservación como un elemento importante en el desarrollo del territorio peruano.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo general

El objetivo general de la presente investigación es el análisis de los efectos e impactos del cambio climático en la distribución espacial de las especies mediante la creación de escenarios, con la finalidad de ofrecer una base científica y herramientas para la toma de decisiones sobre el uso del territorio.

1.4.2 Objetivos específicos

A continuación se han establecido los siguientes objetivos específicos:

1. Identificar el estado geográfico actual de las especies seleccionadas mediante la determinación del rango, con el fin de definir su distribución presente y realizar comparaciones y análisis entre el nicho potencial actual y el nicho potencial futuro.
2. Determinar la distribución potencial de las especies endémicas de alta prioridad de conservación como respuesta al cambio climático, con la finalidad de evaluar vulnerabilidades, riesgos de extinción, los patrones y las dinámicas espacio - temporales de la distribución de las especies animales selectas.

3. Identificar las áreas de congruencia espacial de las especies elegidas, las amenazas que podrían afectarlas y evaluar la incidencia antrópica entre Bellavista y El Milagro, con la finalidad de recomendar estrategias territoriales de conservación y de desarrollo sostenible para áreas ecológicamente significativas.

1.5 JUSTIFICACIÓN

Los parámetros medioambientales son un factor que permite el origen y desarrollo de las poblaciones de especies en un área determinada. En tal sentido, la definición de nicho de Hutchinson nos permite comprender desde la teoría biogeográfica que no es posible visualizar un ser biótico sin su relación con las condiciones específicas de su entorno, de esta manera, el cambio climático podría quebrantar los denominados límites de tolerancia (Pliscoff y Fuentes, 2011). El cambio climático constituye una realidad actual documentada que ha afectado de forma continua a los sistemas naturales y antrópicos, debido a ello, estudios sobre la problemática de los cambios medioambientales se han incrementado a partir de la segunda mitad del siglo XX tornándose en un tema fundamental. Las dimensiones de los efectos del cambio climático son múltiples, una de las cuales se remite al impacto en la distribución de las especies en ecosistemas terrestres, como cambios de abundancia, composición, relaciones interespecíficas y distribución geográfica (Root y Schinder, 2002).

El Perú es uno de los países más afectados por el cambio climático por su posición geográfica como país tropical y su dependencia de los recursos naturales. Es el tercer país con más riesgos climáticos a nivel global (Brooks y Adger, 2003). Por otro lado, es reconocido como centro de megabiodiversidad a causa de su heterogeneidad climática, con 84 zonas de vida de las 104 existentes en el mundo, once Ecorregiones (MINAM, 2010) y ocho regiones naturales con diversidad de pisos altitudinales, flora y fauna (Pulgar Vidal, 1981). Según el SENAMHI (2009) el Perú debe su riqueza ecológica a su megadiversidad climática, dado que alberga 27 de los 32 climas del mundo, lo que contribuye a su riqueza de especies. Entre las especies significativas, se señalan 418 especies de reptiles (MINAM, 2010).

En este contexto general, se ha señalado a las áreas de topografía compleja entre las más expuestas, por ello, se prevé que en el futuro los Andes, centro de gran diversidad de especies, se verán fuertemente afectados por cambios en la distribución de la biota destacando su importancia en términos de conservación (Martínez, 2005). Los Andes también son determinantes en las condiciones climáticas de Sudamérica; sin embargo, la información faunística es escasa, por ello es útil la realización de

estudios proyectivos territoriales que investiguen impactos y vulnerabilidades actuales y potenciales para la adaptación y minimización ante el cambio climático y cuyos métodos puedan ser replicables en otros territorios para la investigación de ecosistemas y especies (Cigarán y García, 2006).

Las especies representan un potencial recurso en términos de estrategias sostenibles y más, es necesario recordar que el término biodiversidad posee una significancia más extensa abarcando las formas de vida, los territorios y los hábitats. Las especies tienen valor: ecológico, estético, cultural, espiritual, moral y científico, poseen “significados y sentidos culturales para los pueblos que se encuentran en completo trastorno cuando estos recursos se transforman en valores de cambio” (Leff, 2008: 165). A pesar de su importancia la variedad de fauna es poco estudiada y muy amenazada, existen 301 especies amenazadas de fauna silvestre, principalmente por el cambio de uso del suelo, la tala de los bosques (MINAM, 2010) y aún se desconocen las que se encuentran amenazadas por el cambio climático. Actualmente, está en curso el Plan de adaptación y mitigación frente al cambio climático en el Perú (Plan CC), iniciado el 2012 y coordinado por la ONG Libélula e integrado por el Comité directivo gubernamental, MINAM, RREE, MEF, y CEPLAN; CIFF, COSUDE. Recalca la necesidad de evidencia científica para la planificación por parte de estudios independientes sobre escenarios de cambio climático (ONG Libélula, 2012).

En este contexto, se considera que para lograr el desarrollo sostenible es necesario contar con información técnica predictiva. En la planificación y ordenamiento territorial, es necesario estudiar cómo afectaría el cambio climático a la biosfera y su distribución (Reid y Alam, 2008), especialmente, investigar especies de nicho específico, que constituyen poblaciones de mayor vulnerabilidad ante cambios medioambientales exigüos (Pacheco 2002).

La conservación también es una estrategia de desarrollo territorial, el estudio de los cambios de distribución de la fauna también es útil al planificar y gestionar las ANP, especialmente en cuyos entornos se presentan concentraciones poblacionales y/o avances urbanos pudiendo evitar conflictos entre la necesidad de salvaguardar el patrimonio natural y las actividades humanas. El Objetivo del Milenio N° 7: Garantizar un desarrollo ecológicamente sustentable, de la Declaración del Milenio (ONU, 2000), indicaba la necesidad de atención a los ecosistemas y a las especies, estos cambios de distribución y el aumento o disminución de los taxones significaría que muchas áreas de conservación ya no podrán contenerlas perdiendo la finalidad para la que fueron establecidas, del mismo modo las actividades sostenibles que se desarrollaban dentro perderían el sustento biológico que las permite. Cabe recalcar que si se

produjeran cambios en la distribución espacial de los taxones o sustitución de las especies existentes por extinción se alteraría toda la planificación de un territorio en términos de conservación y actividades humanas sobre todo si ya estaba preestablecida sosteniblemente (Reid y Alam, 2008).

Asimismo, es sustancial acrecentar los conocimientos sobre las distribuciones y endemismos en el Perú cuya información es aún poco precisa en relación a la fauna (Pacheco, 2002). Esta problemática se agudiza conociendo que los inventarios faunísticos se restringen mayoritariamente a bosques montanos húmedos aunque los bosques secos constituyen un área interesante para especies endémicas y nuevos registros, (Gobierno Regional de Amazonas, 2006). Entre los bosques secos más importantes destacan los del valle del Marañón y Chamaya en Cajamarca y Amazonas (FAO, 2014) ecosistemas muy amenazados y escasamente estudiados (Bridgewater et al, 2003) donde la fauna silvestre manifiesta una investigación insuficiente, especialmente fuera de las áreas de reserva.

Es por ello que nuestra investigación se desarrolla en territorio andino - amazónico, en los distritos de Bellavista y El Milagro, cuya situación geográfica ha favorecido el endemismo de las especies *Bachia intermedia*, *Phyllodactylus interandinus* y *Stenocercus huancabambae*, un "recurso genético circunscrito a su área de distribución" (Gobierno Regional de Cajamarca, 2012: 105)

El análisis geográfico de las especies permite localizar los cambios climáticos en el espacio y analizar posibles territorios al que se desplazarán las especies, la ampliación o reducción de su distribución, la compatibilidad de actividades económicas y de conservación en las áreas de migración. La técnica propuesta, el modelamiento, se ha desarrollado en los últimos diez años para estimar de manera estadísticamente válida como cambiaría el área de distribución de las especies por cambios en factores abióticos. El estudio del Bellavista y El Milagro es sustancial por ser un espacio geográfico privilegiado al contar con la distribución de las tres especies endémicas de interés tomando en cuenta, además, que los distritos seleccionados poseen el mayor registro de presencias en términos de cantidad y concentración.

CAPÍTULO 2

LA NATURALEZA DEL CAMBIO CLIMÁTICO Y LA DISTRIBUCIÓN DE ESPECIES

El presente capítulo se conduce sobre el estado del arte que enmarca nuestra investigación en la vinculación del cambio climático y las condiciones naturales y dinámicas de distribución de los organismos terrestres. Los fundamentos del funcionamiento de métodos modernos de aproximación a la investigación de la fauna en su dimensión espacio - geográfica y ambiental, con fines de conservación; y, la precisión de la terminología que constituye nuestro marco conceptual.

2.1 BASES TEÓRICAS

2.1.1 El clima y el cambio climático: Patrones e influencias

El clima es el estado promedio de la atmósfera en un lugar de la tierra sobre un periodo de tiempo relativamente prolongado, por lo general mayor o igual a 30 años. El clima está caracterizado por variables climáticas o parámetros (IPCC, 2001), entre las principales, destacan la temperatura, precipitación, humedad, viento, nubosidad y presión. El clima es resultado de estas interacciones, influido por los procesos que se dan en otras esferas: hidrósfera (incluyendo la criósfera), biósfera, litósfera; y la radiación solar, la fuente principal de energía que lo sostiene; entendemos el concepto de radiación solar como la radiación electromagnética emitida por el sol (Le Treut et al., 2007; Moss, 2010).

La radiación solar regula todos los procesos que ocurren en la atmósfera y la mayoría de los procesos en otras esferas de la Tierra, por ello es importante introducir el concepto de balance radiativo o energético terrestre (Forster et al., 2007). La atmósfera es, en términos sencillos, una capa contenedora de moléculas de diferentes gases, principalmente, vapor de agua y aerosoles (IPCC, 2001); debido a ello, al ingresar la radiación solar pueden producirse tres efectos: reflexión, difusión y absorción. Alrededor del 30% de la radiación solar es reflejada por la atmósfera y la superficie terrestre por condiciones de albedo¹ (Forster et al., 2007), siendo uno de los determinantes de la cantidad de energía solar que permanecerá en la Tierra; alrededor del 20% es absorbido por la atmósfera y 50% por la superficie terrestre, convertido posteriormente el calor. Como parte del proceso señalado se desprende la función del denominado efecto invernadero, entre los gases que lo componen resalta el vapor de agua (64%), dióxido de carbono, metano, óxido nitroso, ozono y

¹Proporción de luz solar que refleja la superficie de la Tierra hacia el espacio (Hillary, 1985).

clorofluorocarbonados. “Los gases de efecto invernadero absorben la radiación infrarroja, emitida por la superficie de la Tierra, por la propia atmósfera debido a los mismos gases, y por las nubes. La radiación atmosférica se emite en todos los sentidos, incluso hacia la superficie terrestre. Los GEI atrapan el calor dentro del sistema de la troposfera terrestre. A esto se le denomina efecto invernadero natural” (IPCC, 2001: 90).

Existe, entonces, un estado de equilibrio entre la cantidad de energía que recibe la Tierra y la que es devuelta al espacio. Es importante puntualizar que el balance puede presentar déficits y excedentes (Moss, 2010) por diferencias estacionales y regionales (Denman et al., 2007; Trenberth et al., 2007). La distribución desigual de radiación solar genera diferencias de temperatura y por ende de presión, afectando también la circulación del aire; aquello se relaciona con la presencia de otros elementos y procesos climáticos que moldean el clima como la circulación, las corrientes oceánicas y la presencia de montañas (efecto de Foehn). Debido a ello, a nivel de ecosistemas existen diferencias de temperatura, radiación y gradiente altitudinal de precipitación; los pisos altitudinales son importantes pues convergen en una variabilidad climática a nivel espacial determinando rangos climáticos y comunidades de especies distintivos (Fuentes, 2000).

Otros procesos de carácter global que influyen en el clima están vinculados a otros subsistemas mencionados como el ciclo hidrológico (IPCC, 2013) y, el ciclo del carbono, en el que participan la vegetación y la fauna terrestre como una de las secciones más móviles del ciclo, absorbiendo y regulando el CO₂ (Denman et al., 2007); también es importante señalar la intervención antrópica. El clima, varía de una forma natural a diferentes escalas temporales (Hegerl et al., 2007) aquello se denomina variabilidad climática (Le Treut et al., 2007). Sin embargo, un cambio en el clima que persiste durante un extenso periodo de tiempo entre decenios o más, se distingue estadísticamente de la variabilidad climática que se desempeña en menores escalas de tiempo, aquello es definido como cambio climático (IPCC, 2012)

Los cambios climáticos han estado presentes en la historia de la Tierra, el impacto del paleoclima sobre la biodiversidad ha tenido un rol importante en las áreas de montaña alta; asimismo, el Pleistoceno en los trópicos mantuvo una tasa baja de extinción y alta de diversidad, acumulándose especies en el tiempo (Townsend et al., 2008). Los periodos glaciales han provocado descensos de temperatura entre 4 °C - 7 °C con respecto al promedio de la temperatura actual en los trópicos pero también descensos del límite de pisos altitudinales de vegetación, lo que ha devenido en distintas composiciones de especies o migraciones (Jansen et al., 2007).

El cambio climático, puede producirse por factores naturales o internos y/o antrópicos o externos, adicionalmente los efectos de retroalimentación pueden amplificar o reducir el cambio climático (Le Treut et al., 2007, Moss, 2010). Estos impulsores modifican los flujos de energía generando un forzamiento radiativo positivo o negativo. El forzamiento radiativo es la cuantificación de los impulsores del cambio climático medido en vatios por metro cuadrado (W m^{-2}). Cuando el forzamiento radiativo es positivo indica el calentamiento de una superficie y cuando es negativo implica el enfriamiento de la misma (IPCC, 2013).

El actor antrópico ha incidido en la modificación del clima desde el Neolítico y se le adjudica un gran aporte al cambio climático reciente debido a la destrucción de bosques, alrededor de 35% a nivel mundial como los bosques de Queñuales en los Andes; el crecimiento de la población humana (CAN, 2008), superando los 7 mil millones de personas (ONU, 2014); la industrialización; mayor urbanización y el aumento de los GEI (Vargas, 2009). Entre las fuentes antropogénicas se destacan la quema de combustibles fósiles, la deforestación (Kicklighter et al., 1999), erosión del suelo, la quema de madera, la ganadería, la quema de biomasa, vertederos de basura, sprays y aerosoles (Forster et al., 2007). El grado del aporte humano es todavía incierto y discutido bajo la premisa de que no existe una correlación directa entre el incremento de temperatura y los GEI, por la complejidad del sistema y de la propia variabilidad interna. Sin embargo, el forzamiento radiativo ha seguido una tendencia positiva a nivel global desde 1970 hasta la actualidad, principalmente por el aumento de CO_2 . Es importante mencionar que el forzamiento radiativo natural ha tenido una contribución cada vez menor en relación al forzamiento radiativo antropogénico, por lo cual, se puede inferir que en los últimos 100 años ha empezado a predominar la influencia humana en el clima (IPCC, 2012; IPCC, 2013).

En la actualidad, la tierra a nivel global se está volviendo más árida, de acuerdo al Cuarto Informe de Evaluación (AR4) la superficie de áreas áridas se duplicó desde la década 1970 (12% - 30% aproximadamente) deviniendo en un aumento de sequías severas, de temperatura y evaporación (IPCC, 2007). Se incrementó la frecuencia de las temperaturas extremas máximas y mínimas, siendo mayor la frecuencia de las temperaturas máximas (Collins et al., 2013). Para el año 2007 el IPCC calculó que la temperatura promedio del planeta ascendió en $0.76\text{ }^{\circ}\text{C}$. En el Perú se ha identificado un incremento de la temperatura del aire por cambio climático desde 1993 (IPCC, 2008), así como el aumento de temperaturas mínimas y máximas, siendo más fuerte el incremento de temperatura en la zona andina (CAN, 2008).

Se desprende la necesidad de conocer el cambio climático a futuro con fines de manejo e implementación de estrategias de mitigación, en función a ello, la elaboración de modelos climáticos globales (MCG) es un adelanto importante para acceder a proyecciones climáticas. Los modelos climáticos globales son representaciones numéricas de la superficie y de la respuesta del clima ante los forzamientos. Se dividen en celdas a modo de cuadrícula e incluyen diferentes interacciones y procesos biofísicos. Los MCG han evolucionado a partir de los modelos de circulación general atmosférica ampliamente utilizados para la predicción del tiempo a diario (Moss, 2010).

Los MCG son diversos y presentan diferentes niveles de complejidad, entre ellos encontramos los MCG atmósfera-océano (MCG – AO) con capacidad de simular las interacciones atmósfera – océano – tierra – hielo marino; y. los Earth system models, basados en los mismos componentes primarios del MCG – AO, a los cuales, se les adicionan variables ecológicas y procesos químicos. Los ESM de complejidad intermedia representan muchos de los sistemas y procesos clave, pero con ecuaciones simplificadas y reducida resolución espacial; siendo útiles para los experimentos de sensibilidad a largo plazo que requieren un gran número de simulaciones. Los modelos climáticos simples incorporan menos procesos a escalas espaciales más gruesas; siendo útiles para explorar incertidumbres o como parte de un modelo de evaluación integrado (Lupo et al., 2008; Bader et al., 2008; Moss, 2010).

Los MCG representan patrones del clima y tendencias futuras para un periodo temporal delimitado, las proyecciones climáticas del Quinto Informe de Evaluación (AR5) del IPCC (2013) han sido elaboradas a corto plazo o fines del 2050 y a largo plazo o fines del siglo XXI. Las simulaciones climáticas de los MCG del AR5 se conducen en base a escenarios de emisiones de CO₂ antropogénico definidos en cuatro RCP, para el periodo 2006 - 2100 (Chou et al., 2014).

De acuerdo al AR5 del IPCC (2013) la proyección de temperatura media global para el período de 2016 - 2035, en relación con el período de referencia 1986 - 2005 es un incremento de 0.47 °C a 1.00 °C en el caso de que las emisiones de carbono se mantuvieran estables. A nivel regional, la tendencia de calentamiento superficial a corto plazo es consistente con los informes anteriores del IPCC a pesar de las limitaciones de escala de las proyecciones climáticas para definir las tendencias regionales en toda su complejidad. Hay una amplia probabilidad de que la temperatura continúe ascendiendo más rápidamente en las zonas continentales que en zonas marinas, y que se produzcan cambios más raudos en las temperaturas

medias anuales y estacionales de las zonas tropicales y subtropicales; por lo cual, la fauna terrestre está siendo severamente impactada. El patrón de las precipitaciones se caracterizó desde el AR4 por un aumento de la precipitación en las latitudes altas y en las regiones húmedas y disminución de la misma en las regiones secas, esta tendencia ha sido confirmada en el AR5 (Kirtman et al., 2013). A nivel zonal y regional cabe recalcar que es dominante la influencia de la propia variabilidad interna. Respecto a la humedad se proyecta que las áreas continentales secas en América del sur experimentarán una reducción de la evaporación y la precipitación, lo cual, generaría un proceso de secado de los suelos y el aumento de la temperatura. Cabe recalcar que estas alteraciones climáticas impactarán a nivel de ecosistemas y poblaciones faunísticas, en su desarrollo y distribución actual (IPCC, 2008).

2.1.2 Cambio climático y biodiversidad: La respuesta de la fauna silvestre

El clima es el principal factor que controla el mosaico de especies animales y las pautas mundiales de la vegetación, su estructura y productividad, de este modo, los cambios en la variabilidad climática en los extremos y en los valores medios influyen en el comportamiento del sistema biológico. Se espera que las concentraciones de CO₂ y la temperatura media mundial de la superficie aumenten durante el siglo XXI (MINAM, 2015). También se esperan importantes diferencias en los cambios climáticos a nivel regional. Se estima un aumento de la concentración atmosférica de CO₂ a lo largo de los próximos 100 años. Se estima que la concentración acumulada para el período 2012 - 2100 de CO₂, el principal gas antropogénico de efecto invernadero, oscilará entre 140 - 410 GtC, en el caso del escenario más favorable y entre 1415 - 1910 GtC, en el caso del escenario de mayor emisión (IPCC, 2013). Actualmente, la temperatura de la superficie terrestre ha sufrido un incremento en comparación con la época preindustrial. Como se prevé el aumento sostenido del efecto invernadero, el promedio global de las temperaturas continuará ascendiendo entre 0.3 °C - 4.8 °C para fines del siglo XXI en relación con el periodo de base 1986 - 2005, de acuerdo a los nuevos escenarios del AR5 del IPCC (2013).

Los denominados *Representative Concentration Pathways* (RPC), son escenarios de forzamiento antropogénico basados principalmente en emisiones y concentraciones de CO₂ antropógenas (Van Vuuren et al., 2011a), no incluyen los efectos de forzamientos naturales como el volcánico o las emisiones naturales de CH₄, N₂O y otras sustancias (IPCC, 2013). Se nombran de acuerdo al cálculo del forzamiento radiativo total que representan al año 2100 en relación al año de 1750, especificando las concentraciones anuales de GEI: RCP2.6 = 2.6 W m⁻², RCP4.5 = 4.5 W m⁻², RCP6.0 = 6.0 W m⁻² y RCP8.5 = 8.5 W m⁻² (Riahi et al., 2011, Masui et al., 2011,

Thomson et al., 2011; Van Vuuren et al., 2011b; Van Vuuren et al., 2011c). Estos escenarios futuros se han generado por cuatro modelos de evaluación integrados y han sido seleccionados entre numerosos escenarios de emisiones futuras de GEI resultantes de la modelización (Jones et al., 2011) de los niveles de crecimiento poblacional, el incremento del PBI, los cambios tecnológicos y la eficiencia energética, la composición de estas variables en diversos niveles resultan en un determinado incremento de los GEI (Riahi et al, 2011; IPCC, 2013).

TABLA N° 2.1. *Representative Concentration Pathways (RCP)*

Escenarios	Nivel de forzamiento	Emisiones de CO ₂ 2012 – 2100 (GtC)	Cambio en la temperatura (°C) 2046 – 2065	Cambio en la temperatura (°C) 2081 – 2100
RCP2.6	Muy bajo	140 – 410	0.4 °C – 1.7 °C	0.3 °C – 1.7 °C
RCP4.5	Estabilización	595 – 1005	0.9 °C – 2.6 °C	1.1 °C – 2.6 °C
RCP6.0	Estabilización	840 - 1 250	0.8 °C – 3.1 °C	1.4 °C – 3.1 °C
RCP8.5	Muy alto	1415 - 1910	2.6 °C – 4.8 °C	2.6 °C – 4.8 °C

Fuente: IPCC, 2013

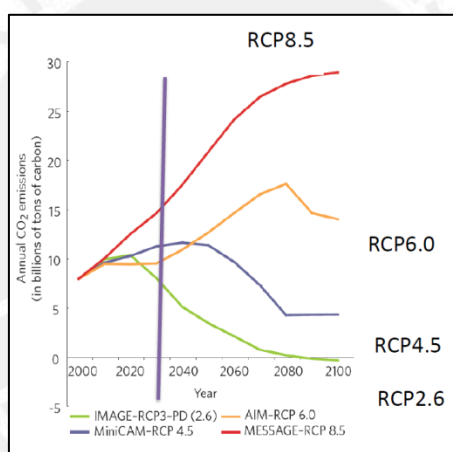
Los RCP se obtienen una vez culminado un proceso de evaluación histórica en donde se identifican las vías de producción de emisiones y forzamientos radiativos, la caracterización de los estados socioeconómicos y proyecciones climáticas a escala mundial, centrado en las tendencias mantenidas a largo plazo; y la combinación de la citada información. Nos permiten develar diversas necesidades de adaptación y mitigación, aproximarnos con cierto grado de certeza a los impactos mínimos y máximos futuros del cambio climático de acuerdo al aumento o estabilización de la trayectoria de los GEI. Son insumos para el desarrollo de modelos climáticos (Van Vuuren et al., 2011a; Moss, 2010).

A nivel global el impacto de un incremento mayor a 1.5 °C aumentaría el riesgo de extinción para el 30% de especies. Entre 1.5 °C – 2.5 °C implicaría cambios estructurales y funcionales en ecosistemas y desplazamiento geográfico de taxones y mayor a 2 °C impulsaría 40% de sabanización en la Amazonía (Vargas, 2009). Además, constituye un grave riesgo al saber que 7 de las 25 áreas que poseen alto porcentaje de especies endémicas se ubican en América Latina, la alternativa de corredores biológicos puede ser una adecuada medida de mitigación frente al cambio climático (Magrin et al., 2007)

“A medida que en cada estación, las isotermas del hemisferio norte se mueven más hacia el norte y las del sur más hacia el sur” por el cambio climático (FAO, 2013:38),

es altamente probable que los hábitats de muchas especies se desplacen hacia mayores altitudes o latitudes, sin embargo, las especies que conforman una comunidad no se desplazarían todas juntas, alterando los ecosistemas o generándose una sustitución por especies móviles menos diversas (IPCC, 2002). Como señala Parmesan (2006), en muchos países se han observado cambios en los patrones migratorios en función de las temperaturas máximas y mínimas. Del mismo modo, el aumento o alteración de las temperaturas máximas y mínimas afectará fuertemente a organismos poiquilotermos pues dependen de la radiación solar para regular sus procesos internos y temperatura corporal (Brack, 2004). La reducción del número de individuos de una especie o su pérdida local generarían cambios estructurales en los ecosistemas a los que pertenecía afectando su funcionamiento y pérdida de otras especies relacionadas (IPCC, 2002).

FIGURA N° 2.1. Nuevos escenarios climáticos RCP



Fuente: IPCC, 2013

Según la FAO (2013), los cambios en la frecuencia, intensidad, extensión, y emplazamiento de las alteraciones o desastres provocados por el cambio climático afectarán la forma en que los ecosistemas se reorganizan y el régimen al que son sustituidos por nuevos grupos de plantas y animales. Puede aumentar el régimen de pérdida de especies y crear oportunidades para el establecimiento de nuevas especies, asimismo, podemos mencionar tres respuestas de las especies: competencia con especies nuevas por traslado, estrés directo y desajustes internos a nivel de organismos individuales. Además hay un punto clave, las especies en mayor grado de amenaza son aquellas que no tienen a dónde ir, por ejemplo especies de hábitats montañosos y especies localizadas en fragmentos aislados, hábitats pequeños o de dispersión restringida como las especies endémicas. En los ecosistemas de montaña el cambio climático produciría una alteración de los ciclos

hidrológicos relacionados con la alta incidencia de incendios forestales y una intensificación de los procesos de desertificación por los cambios en los patrones de precipitaciones a nivel regional y sobre todo en el territorio amazónico, incremento del riesgo de extinción de especies y peligrosidad en el caso especial de organismos endémicos (CAN, 2008).

Se están incrementando las evidencias a nivel mundial de que las especies y los ecosistemas se están transformando debido al cambio climático (Walther et al., 2002). Por ejemplo en Costa Rica se registró una disminución casi total de reptiles *Anolis* por variaciones pluviométricas; igualmente, con el aumento de temperaturas y frecuencia de eventos climáticos extremos se limitará la disponibilidad y cantidad de alimento, generando mayor susceptibilidad en la fauna a la enfermedad o extinción (FAO, 2013). Aun así, los datos y simulaciones para estimar el alcance y naturaleza de los cambios a nivel de ecosistema y distribución geográfica aún son incompletos (IPCC, 2002).

En general, se predice que la biodiversidad experimentará graves periodos de estrés en el futuro. Se debe comprender que los cambios que puedan afectar a una especie puede producir cambios en un ecosistema en general, pérdidas de otras especies, y un efecto en cascada sobre la biodiversidad (Hughes, 2000). La distribución de una especie también informa sobre las condiciones ambientales del área donde se desarrolla (Foguelman y González, 2009), por consiguiente, es necesario comprender el rol que tienen las especies o poblaciones en los servicios ecosistémicos para entender los riesgos vinculados a su extinción (IPCC, 2002).

2.1.3 Biogeografía de la conservación

Los organismos responden ante conjuntos de variables bióticas y abióticas, por lo que es importante comprender que existen elementos e interacciones y procesos involucrados en el accionar de las especies (Lomolino et al, 2010); en función a ello, se establecen los patrones de diversidad y distribución de la biota. En la gestión de la biodiversidad es fundamental conocer la localización, organización y cambios de los taxones a diferentes escalas espaciales y temporales, haciéndose indispensable el conocimiento e información biogeográfico, y su reconocimiento en las acciones de conservación. La presente investigación se enmarca dentro de la disciplina de la Geografía, específicamente focalizada en la rama de la Biogeografía, estudiosa de los patrones de distribución espacial de la biota en contacto con los factores y caracteres ecológicos indispensables en su desarrollo (Blondel, 1985). Asimismo nos centraremos en la subdivisión de la Biogeografía denominada Zoogeografía, vinculada a la técnica descriptiva y explicativa de las distribuciones animales (Muller, 1979).

Examinando el rol biogeográfico en la conservación de la biodiversidad, se reconoce a la “biogeografía de la conservación” como una subdisciplina de la biogeografía y de la biología de la conservación, portadora de un énfasis aplicativo e interdisciplinario. La disciplina mantiene la base teórica biogeográfica, correspondiente a las dinámicas de distribución de las especies a nivel individual y poblacional, en el marco del sustento de las prácticas de conservación de los taxones, comprendiendo una dinámica y un análisis a diferentes escalas espacio - temporales (Ladle y Whittaker, 2011).

Inicialmente, era usual el análisis de patrones estáticos de los componentes de la biodiversidad; sin embargo, la evaluación de los procesos ecológicos evolutivos y del paisaje, constituyen elementos cruciales en la generación, mantenimiento y conservación de la biota. En consecuencia, equilibrar la información referente a patrones de diversidad y la información que abarca las dinámicas de generación - extinción de especies es sumamente beneficioso para los planes de conservación (Richardson y Whitakker, 2010).

Los resultados del estudio y análisis biogeográfico contribuyen e influyen la organización y priorización de los esfuerzos de conservación en el territorio. La influencia en continua expansión de la Biogeografía de la conservación ha evidenciado vacíos de conservación como es el caso de áreas ignoradas, cuestionamientos sobre la sensibilidad de la biota en escenarios climáticos futuros y manejo de parámetros y supuestos en el modelamiento espacial, desatancando la importancia de la subdisciplina. Es decir, se le ha asociado un carácter estratégico en la orientación del proceso de planificación para la conservación, posibilitando identificar, priorizar y jerarquizar áreas con fines de protección (Whittaker et al, 2005). Asimismo se han desarrollado avances teórico - conceptuales, favorecidos por el incremento de bases de datos biogeográficos y el perfeccionamiento de herramientas de análisis.

Consideramos, entonces, que la disciplina biogeográfica puede proveer de métodos explícitos que contribuyan a identificar áreas de manejo prioritarias para la conservación, de gran relevancia en el planeamiento y basados en criterios científicos (Ladle y Whittaker, 2011). Los métodos y perspectivas teóricas de la biogeografía de la conservación contribuyen al diseño de reservas de biota, planificación de redes, prácticas de restauración ecológica, reintroducción, manejo de especies (Richardson y Whitakker, 2010) y mitigación o adaptación a la influencia del cambio climático en el área de distribución de las especies. Igualmente, determina el tiempo y el espacio propicio para cada caso, informando sobre las prioridades de conservación para la toma de decisiones políticas responsables. La información que puede suministrar la subdisciplina en relación al cambio climático, se desagrega en aportes de escenarios

alternativos de acuerdo a metas específicas, análisis de sensibilidad de las especies, vulnerabilidad a nivel de taxones, medición de respuestas potenciales como la dispersión, evaluaciones del método ejecutado y delimitación de zonas objetivo o áreas de futura probabilidad de presencia, facilitando la ejecución de una conservación eficiente (Richardson, 2012).

Para la funcionalidad de las investigaciones, se han señalado algunos tópicos: la escala, pues es esencial en los estudios referidos a patrones de biodiversidad e influencia antropogénica y riesgo asociados a la extinción de la fauna. La insuficiencia informacional a nivel de especie y rango de distribución, base para el análisis biogeográfico. Y los efectos de la construcción de modelos referentes a parámetros utilizados, aquello involucra la depuración adecuada de la información y el discernimiento de resultados reales en contraposición a las inadecuaciones de los modelos (Franklin, 2009). Se desprende el énfasis en el modelamiento de distribución de especies como instrumento de esta disciplina, abordaremos la pertinencia del subtema en la sección 2.1.5.

“La Biogeografía Conservación está bien posicionada para hacer una contribución significativa al proceso de proporcionar a los responsables políticos escenarios formulados de manera objetiva y opciones para la gestión eficaz de la biodiversidad”. (Richardson y Whitaker, 2010: 313). Si bien existe un compromiso común en la conservación de la biodiversidad a nivel mundial, se requiere mayor trabajo biogeográfico destinado a solucionar la problemática latente de la conservación y esfuerzos de revisión de los estudios y resultados apoyando la optimización de la teoría y la práctica.

2.1.4 Ecología del paisaje

El concepto de ecología es atribuido a Ernest Haeckel en 1866 (Deléage, 1993). La ecología “estudia las relaciones de los seres vivos entre sí y en su ambiente físico, trata de comprender como los organismos se insertan en el mundo real” (Foguelman y González, 2009: 17). Pero también, según Charles Krebs (1972), es el estudio científico de las interacciones que determinan la distribución y abundancia de los organismos. De este modo constituye una convergencia entre la geografía y la ecología.

La ecología del paisaje se explica por sus implicaciones en el ordenamiento territorial teniendo una fuerte carga geográfica (Vila et al., 2006). Se acuñó el término en 1939 por el geógrafo Carl Troll, agregándole la dimensión espacial a la dimensión ecológica preexistente sobre el paisaje (Bocco, 2010). El concepto se mantuvo dominado por los

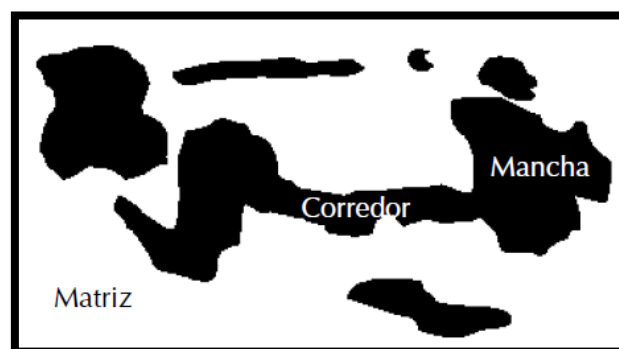
geógrafos, hasta 1970, en temas de planificación por potencialidades territoriales, posteriormente en 1970 cobró fuerza el tópico de la fragmentación del hábitat integrándose a la visión anterior (Gurrutxaga y Lozano, 2008). La ecología del paisaje refleja una interdisciplinariedad que se nutre de la ecología que, a su vez, es soporte teórico de la biogeografía.

“La ecología del paisaje estudia los patrones espaciales y estructurales del territorio teniendo en cuenta los procesos y flujos que tienen lugar en el mismo. Como punto de partida asume que la heterogeneidad espacio - temporal del paisaje, resultante de la interacción dinámica de las sociedades humanas con el medio, controla diversos movimientos y flujos de organismos [...]” (Gurrutxaga y Lozano, 2008: 219).

Se destaca el análisis geográfico acerca de la variabilidad del espacio, la escala y el tiempo (Vila et al., 2006) al igual que el paisaje como unidad de análisis (Baxendale, 2010). La ecología del paisaje considera al territorio como la interacción entre los componentes, físicos, biológicos y procesos, a su vez, influenciados por cambios ambientales a escalas espacio – temporales diferentes, manifestándose dinámicas climáticas y perturbaciones a lo que se añade las actividades antrópicas modificadoras y creadoras de paisajes, por lo que es sustancial para el estudio de los espacios. De este modo permite el análisis de los efectos que la transformación espacial y funcional del paisaje, tiene sobre los organismos silvestres que responden ante la calidad y disposición de los elementos que componen estos espacios (Gurrutxaga y Lozano, 2008). Es importante señalar que la ecología del paisaje es un “instrumento dirigido a planear y programar el uso del territorio” (Baxendale, 2010: 31).

La estructura del paisaje se compone de una matriz o elemento espacial dominante, las manchas o parches, elementos espaciales insertos (áreas) y los corredores, elementos lineales aislados o conectados a otros elementos (Vila et al., 2006).

FIGURA N° 2.2. Elementos básicos del paisaje



Fuente: Forman y Gordon (1986)

Para aplicar la ecología del paisaje al análisis de la distribución de la fauna se debe conocer la ecología espacial de las especies seleccionadas a la escala que hemos elegido: el hábitat. En este sentido, es útil rescatar la teoría de la heterogeneidad del hábitat, basado en que mayor heterogeneidad del paisaje implica mayor biodiversidad, por ello, una homogenización del paisaje es negativa (Gurrutxaga y Lozano, 2008).

Partiendo de una visión espacial, la fragmentación del hábitat se define como el seccionamiento en uno o más parches conformando una superficie total menor a la original. En donde, menor tamaño de las manchas implica más fragmentación y mayor separación entre estas significa menos conectividad espacial; afectando la dinámica de la distribución espacial de las especies y promoviendo la extinción local (Vila et al., 2006). Por otro lado, la existencia de contigüidad entre los parches permitiría una recolonización, por lo cual, se debe evaluar si existe una conectividad funcional o capacidad del territorio para permitir los desplazamientos de los organismos (Gurrutxaga y Lozano, 2008)

La modificación espacial negativa del hábitat presenta tres formas: en primer lugar, las dimensiones del hábitat adecuado para una especie pueden ser destruidas en totalidad. En segundo lugar, la degradación del hábitat por la formación de condiciones abióticas insostenibles para las especies como el avance del cambio climático, tema central de la presente investigación. En tercer lugar, las perturbaciones por la actividad antrópica deteriorando el desarrollo de la vida silvestre. La influencia de este aspecto es equiparable a la pérdida completa, considerando la sensibilidad especial de algunas especies incluso ante el uso indirecto del territorio (Townsend et al., 2007).

La fragmentación del territorio y hábitat trae consecuencias a las especies, imposibilita el desarrollo de especies que requieren territorios amplios para subsistir, impide el desplazamiento de taxones provocando exceso de endogamia y degradación genética lo que las hace más vulnerables ante cambios ambientales y extinción, elevan la vulnerabilidad de las especies nativas ante especies introducidas del medio transformado (Foguelman y González, 2009).

Adicionalmente, se conoce que existen determinadas categorías de influencia humana que aumentan las probabilidades de extinción de las especies. Por ello, es necesario evaluar la proporción del paisaje que se utiliza para la producción, (Magrin et al., 2007; Morera et al., 2013), para la urbanización, actividades extractivas que pueden generar áreas inhabitables, el manejo de tierras en función a la selección de ecotipos pues influiría en un cambio de hábitat y alteraría el mosaico de especies continentales y otros (Bradshaw, 2002; Townsend et al., 2007).

La destrucción del hábitat involucra la disminución en tamaño de una especie y la división de la población en subpoblaciones semi – aisladas (Burgman et al., 1993) por ello, evaluar la existencia de redes o conexiones de corredores de hábitat y de áreas protegidas es esencial para determinar las probabilidades de supervivencia de la especie (Townsend et al., 2007). Las especies con bajas tasas de dispersión natural poseen mayor vulnerabilidad ante la fragmentación del paisaje, las poblaciones reducidas son más predispuestas a reducirse por condiciones medioambientales, hasta la extinción o imposibilidad de recuperación (Foguelman y González, 2009). Las especies endémicas se ubican en desventaja frente a poblaciones de rango amplio siendo el estado de su hábitat y entorno espacial, un ítem principal a evaluar (Townsend et al., 2007). Además, muchas de ellas están catalogadas como raras y no presentan gran cantidad de estudios, por ello un efecto localizado en el ambiente y en el territorio puede ser suficiente para eliminarlas (Rodríguez et al., 2006).

Una forma de evaluar el riesgo de extinción de especies endémicas por el cambio climático es estimar la pérdida de la superficie de hábitats clave (Gurrutxaga y Lozano, 2008). Por ello el estudio de modelamiento se complementa con el análisis del grado de influencia del ser humano en el medio como agente modificador del espacio geográfico, la evaluación del estado del medio natural y de la presión ejercida sobre el hábitat que contiene a las especies endémicas seleccionadas mediante el análisis espacial y estructural del paisaje.

2.1.5 Modelamiento predictivo: Áreas de distribución potencial de especies

El modelamiento o modelado espacial es una simulación que indica la presencia y/o la ausencia de una especie en determinado medioambiente (Araújo y Guisan, 2006).

Se han desarrollado una variedad de técnicas de modelamiento de distribución de especies, estas técnicas se han especializado en la caracterización de las condiciones ambientales adecuadas para cada organismo (Guisan y Zimmermann, 2000; Hipólito et al., 2015). En relación a las técnicas de modelamiento se han definido aproximaciones distintas, el enfoque mecanicista y el enfoque correlativo. Los modelos mecanicistas incluyen detalles referidos a limitaciones fisiológicas de las especies, por lo cual, resultan de difícil aplicación siendo válidos funcionalmente pero restringiéndose a especies bastante estudiadas que no suelen ser las más vulnerables. Los modelos correlativos, se basan en la evaluación de las condiciones ambientales adecuadas y la relación presencia de una especie - variables medioambientales, entendiendo que el entorno afecta sus características fisiológicas y probabilidades de supervivencia. Estos modelos parten de la existencia comprobada

de umbrales de tolerancia que permiten una determinada localización espacial de una especie (Pearson, 2008; Cayuela et al, 2009; Dormann et al., 2012).

De acuerdo al enfoque existen distintas denominaciones otorgadas al modelamiento, para modelos correlativos: *species distribution modeling* (modelo de distribución de especies), *ecological niche* (nicho ecológico), *environmental niche* (nicho medioambiental), *hábitat suitability* (idoneidad del hábitat), *bioclimate envelope* (sobre bioclimático). De acuerdo a la presente investigación, es necesario precisar que el modelamiento de distribución de especies resulta en realidad un modelamiento del espacio propicio, no del espacio geográfico de la especie en sí mismo (Pliscoff y Fuentes-Castillo, 2011).

El MDE presenta dos conceptos esenciales, el espacio geográfico y el espacio medioambiental, el primero se refiere a la superficie que ocupa una especie y el segundo, al conjunto de condiciones ambientales que posibilitan su existencia indefinida. Este concepto que define el espacio ambiental, es más el asociado al nicho ecológico (Elith y Leathwick, 2009, Sinclair, 2010), en base a Pearson y Dawson (2003) el nicho que engloba en su conceptualización únicamente variables climáticas también se denomina “nicho climático”.

El modelo no identifica la totalidad del nicho ocupado ni del nicho fundamental, pero sí, la parte del nicho que está representada por los registros de presencia que luego se proyecta en el espacio geográfico (Araújo y Guisan, 2006). No se debe esperar que los modelos de distribución de especies sean capaces de predecir la extensión completa de la distribución real actual o futura (Dormann et al., 2012). Pero logran abastecer al autor del modelamiento de importante información biogeográfica pudiendo identificar: el área de ocupación probable, porciones de la distribución real que se desconozcan en la actualidad y zonas sin ocupación actual con alta probabilidad de convertirse en distribuciones potenciales. Las dos últimas predicciones señaladas son muy útiles en diversos estudios pues proveen de nuevos datos al determinar parte de la distribución actual donde no se ha recogido información de presencias, apoya el descubrimiento de poblaciones no consideradas y la planificación de la conservación en paisajes desconocidos y amenazados, especialmente en el caso de especies raras o de distribución restringida. Consecuentemente, también son útiles para examinar la evolución y cambios en el nicho de una especie (Pearson, 2008; Gil y Lobo, 2012).

En función a la elección del enfoque correlativo y el MDE, se requieren dos tipos de información para la construcción de los modelos: datos de la distribución registrada y

actual definidos como data biológica y datos del medioambiente, principalmente climáticos y topográficos (Elith y Leathwick, 2009).

La data utilizada puede componerse de datos de presencias y datos de ausencias, dependiendo de la técnica y software a emplear. La incorporación de las ausencias es singular pues tiene bondades que permiten un mejor ajuste del modelo, discriminación de variables y representación de la realidad; sin embargo, los modelos adaptados a solo datos de ocurrencia también proveen de resultados de gran valor científico. Las ausencias pueden resultar poco fiables y definitivamente de disponibilidad muy limitada, además las ausencias falsas pueden conducir a graves errores de los resultados en vez de optimizarlos (Plischoff y Fuentes-Castillo, 2011). En la descripción del componente abiótico se privilegia el uso de la temperatura, altitud, elevación y precipitación, por las interconexiones entre ellas, asimismo destacan los suelos y la cobertura vegetal (Austin, 2002, Franklin, 2009).

Existen diferentes tipos de métodos de modelación a emplear dependiendo del tipo de algoritmo base: modelos estadísticos de regresiones, modelos lineales generalizados (GLM), modelos aditivos generalizados (GAM)), los métodos de clasificación *Random Forest*, los métodos de sobre (BIOCLIM, ENFA), modelos a base de algoritmos (GARP, MAXENT) y modelos de ensamble de técnicas como el software BIOMOD (Plischoff y Fuentes-Castillo, 2011).

El acopio y procesamiento de la información recaudada se da en la plataforma SIG pudiendo ser expresada a través de vector o raster. Generalmente se emplea el formato raster mediante la herramienta de interpolación convirtiendo las observaciones puntuales en áreas continuas (Hijmans et al. 2005). La rigurosidad respecto a la escala espacial es sustancial, la resolución o tamaño del pixel y extensión del área de trabajo dependen del tamaño de la especie a evaluar, por ejemplo, ambos aspectos serán distintos para evaluar insectos que al evaluar mamíferos grandes (Elith y Leathwick, 2009). Otro detalle corresponde a los casos de modelamiento de escenarios climáticos, se debe recordar que la data ambiental para el escenario futuro planteado, para la región seleccionada y su clima, también se incluya (Pearson, 2008).

Efectuar una evaluación es útil para medir la confiabilidad predictiva del modelo, asegurando que los resultados sean lo más óptimo posible (Franklin, 2009). Según Cayuela et al. (2009) pueden emplearse como alternativas de comprobación: validación informal, validación a través de Atlas de distribución o revisiones bibliográficas, empleo de subconjuntos (uno para el modelamiento y los restantes para fines de prueba) o test estadísticos.

De acuerdo a los objetivos delimitados y la búsqueda de resultados actuales o proyectivos el modelamiento es un instrumento útil para variadas aplicaciones, a distintas escalas, para una gama de especies que se encuentran en diferentes zonas geográficas. Destacan las proyecciones de impactos de cambio climático, evaluación de especies invasoras, selección de prioridades de conservación, delimitación del rango a nivel de especie, evaluaciones sobre el cambio de cobertura vegetal natural y sus efectos, planificación ante riesgo de extinción y otros (Thuiller, 2003; Bedia et al., 2013).

La utilización del modelamiento en evaluaciones sobre el impacto de cambio climático, se caracteriza por el mapeo de la distribución o del hábitat adecuado, requisitos primordiales para orientar muchos objetivos de conservación, planificación y gestión del territorio. Conviene involucrar la dinámica y los procesos que influyen en la distribución al momento de realizar el modelamiento, evitando crear predicciones estáticas. De este modo, es necesario refinar el modelo introduciendo el aspecto antrópico y el paisaje, asimismo, adicionar los aspectos históricos y presencia de relaciones interespecíficas sería recomendable (Pearson, 2008).

2.2 PRECISIONES CONCEPTUALES

2.2.1 El ambiente y el área de distribución geográfica

El ambiente rodea y determina, en parte, la presencia de los seres vivos generando dependencia. Engloba el componente abiótico, presente en la Tierra como formaciones rocosas, atmósfera, luz y otros; y el componente biótico con capacidad de reproducción: plantas, animales y microorganismos (Brack, 2004). Cabe resaltar que la especie humana se circunscribe dentro de este último componente con su vasta ocupación (Guerra, 2001).

El medio ambiente involucra la relación entre la naturaleza o sistema natural y la sociedad humana. Tanto los seres vivos como el ambiente se condicionan mutuamente, la influencia del ambiente se denomina factores ambientales, ellos intervienen en la ecología de los organismos vivos y en su distribución; por lo tanto, existen factores ambientales abióticos de tipo ecogeográficos y factores ambientales bióticos, como la vegetación y los seres humanos (Morera et al., 2013). Como la investigación toma como centro los factores ambientales abióticos cabe señalar la importancia de la radiación solar y la temperatura, estos factores regulan estados de reproducción, desarrollo y descendencia o procesos fisiológicos limitando su ocurrencia a determinadas zonas climáticas. La sensibilidad de la fauna es alta ante temperaturas mínimas, óptimas y máximas, especialmente en animales poiquiloterms

en los que variaciones pueden generar peores alteraciones de patrones y estatus de riesgo por imposibilidad de adaptación (Brack, 2004).

Esta aseveración es útil porque se destaca la interacción de la fauna con el espacio y el ambiente en el tiempo, tema central para la perspectiva biogeográfica. Es importante conocer la disposición espacial de las especies, ya que una especie y sus poblaciones son dinámicas, presentando cambios espacio - temporales de manera natural. Se entiende, entonces, que la distribución geográfica es inherente a la especie, involucrando condiciones abióticas, a otras especies, al hombre y su accionar (Foguelman y González, 2009).

Resaltando el elemento base, el área de distribución geográfica específica, como indicador de un reconocimiento previo de la especie; involucra una proyección geográfica de la especie en el territorio o espacio, al igual que implica las interacciones producidas por la especie, las cuales, en contacto con el espacio geográfico, lo definen (Zunnino y Palestrini, 1991). A aquello se le añade su condición como elemento de soporte físico de la biósfera que integra un sistema cuyas modificaciones y ajustes se realizan simultáneamente involucrando la totalidad de sus componentes (Zunnino, 2003).

2.2.2 El nicho ecológico: Concepto multidimensional

El nicho es considerado hasta hoy en día como un concepto versátil, siendo objeto de constantes revisiones y cambios en el tiempo; sin embargo, es invariable su posicionamiento central en la distribución y ecología de las especies (Chase y Leibold, 2003).

Alrededor del año 1900 se emitieron los primeros juicios sobre el término nicho, sustentados en la relación entre la distribución geográfica de un organismo y la forma de vida del mismo; esta primera aproximación puede ser ejemplificada en base a las relaciones tróficas. Durante el periodo de 1960 – 1970 se desarrollaría su construcción teórica, en un contexto de investigación para mejorar la comprensión de la estructura de las comunidades, el hábitat, el uso de los recursos, la competencia, la adaptación y las limitantes (Milesi y Lopez, 2005).

El origen de la conceptualización tuvo lugar en las primeras décadas del siglo XX. Existen tres definiciones de nicho ecológico que pueden considerarse como trascendentales, a partir de las cuales han derivado nuevas visiones teóricas. En 1917, J. Grinnell, postuló su denominado nicho Grinnelliano, definido por los requerimientos abióticos que una especie necesita para su supervivencia, comprendido también como el espacio ocupado equivalente a la mínima unidad de distribución. C. S. Elton, en

1927, mantuvo una concepción distinta, afirmando al nicho como la función de una especie en relación a la cadena trófica, ya sea a nivel de ecosistema, comunidad u otro. El nicho de Hutchinson como concepto que plantea una “formalización cuantitativa” incluyendo de todos los factores bióticos, abióticos y recursos que actúan en un organismo representados en un “hipervolumen” dimensional (Blondel, 1985).

Posteriormente, la controversia sobre la noción de nicho se reflejó en combinaciones diversas. Podemos destacar la visión de Whittaker (1973) precisó que los conceptos de nicho y hábitat eran disímiles, las definiciones de Elton y Hutchinson hacían referencia al rol de una especie al interior de una comunidad, mientras que Grinnell se enfocaba en las relaciones de la especie con los elementos abióticos dentro de la comunidad. Sin embargo, puntualizó que Hutchinson y Grinnell mantenían una combinación de ambos postulados. Cabe mencionar que esta propuesta desagradó a muchos autores como James et al. en 1984, afirmando que el nicho de Grinnell denominado nicho autoecológico, se componía de factores interactuantes determinadores de la distribución y la abundancia; asimismo definieron la agrupación conceptual de Elton, Hutchinson y MacArthur como nicho sinecológico relativo a comunidades. Peterson en el año 2003, sintetizó el nicho en base a Elton y Hutchinson, entendido como función de una especie, y, el nicho a partir de Grinnell y MacArthur comprendido como las limitaciones o condicionantes de la distribución geográfica de una taxa. (Milesi y Lopez, 2005).

Actualmente, no existe una tipología preestablecida sino versiones conceptuales; sin embargo, el empleo de los conceptos base sigue siendo sustancial. La controversia surge a nivel temporal, biótico y espacial de acuerdo a qué o a quién se le adjudica el concepto (organismos, medio ambiente, a nivel actual o futuro). Debido a ello, es sustancial establecer, entre la variedad de posturas, el concepto y autor que utilizaremos para la investigación (Franklin, 2009).

Es importante, explicar algunas generalidades: en primer lugar, teóricamente el nicho se alterará ante cambios de condiciones; en segundo lugar, desde que el concepto existe, la distribución geográfica fue un dato esencial para perfilar el nicho de una especie que es en realidad los parámetros asociados a la ocurrencia de ese grupo de organismos. Se entiende que las especies se localizan donde existen las condiciones para su origen y desarrollo, su crecimiento poblacional neutro o positivo es dependiente de ciertas variables (Milesi y Lopez, 2005).

El concepto de trabajo y base del modelamiento de distribución de especies corresponde al Nicho Grinelliano, en concreto, el conjunto de variables ambientales a las que también podemos referirnos como no - interactuantes con las especies o independientes. De este modo permite el entendimiento ecológico y la focalización geográfica de las especies (Peterson, 2003; Soberón, 2007). Podemos distinguir las siguientes variables: temperatura, precipitación, radiación solar entre otras (Turner et al. 2003).

Actualmente, el nicho ha logrado inscribirse en el ámbito aplicativo, constituyendo la base de instrumentos de medición y explicación de patrones de carácter actual y predictivo sobre la abundancia y distribución de especies. Al igual que la delimitación de escenarios distintos incluyendo el estado observable y probable (Milesi y Lopez, 2005). Se debe hacer puntual que la distribución no es el nicho; sin embargo, el concepto es útil como cimiento y justificación, aunque no sea totalmente medible, en la construcción y aplicación de modelos (Soberón, 2007). Especialmente, cuando el objetivo del modelamiento se orienta a la predicción de los impactos generados por alteración o manipulación, sea o no intencional, en la distribución y abundancia de los organismos; pudiendo destacar, entre las aplicaciones en boga, los efectos del cambio climático global en la distribución de las especies (Milesi y Lopez, 2005).

2.2.3 Riqueza y endemismo

La riqueza se asocia al número de especies en un área o superficie, también tiene una vinculación con la diversidad topográfica del territorio (Blondel, 1985), por ejemplo, centros de gran riqueza lo constituyen selvas tropicales o bosques altoandinos. En este aspecto el territorio juega un papel importante, la heterogeneidad del territorio involucra diversidad de hábitats, siendo una característica sustancial en la determinación de la riqueza que posee una localidad o región; en oposición, la homogeneización del territorio puede significar menor riqueza aunque también la dispersión de las mismas especies en función de barreras físicas pueden ser limitantes (Townsend et al., 2008).

Una de las principales causas de la biodiversidad mundial es la existencia de especies vinculadas a la existencia de centros de endemismo (Townsend et al., 2008). Por su importancia, introduciremos la definición de especies endémicas como “especies de distribución restringida a un área por lo que son consideradas singularidades”. (Foguelman y González, 2009: 136). Muchas especies endémicas también son consideradas organismos raros, su caracterización indica rango geográfico y hábitat restringido o densidad poblacional baja. Si presentan los tres aspectos son especialmente vulnerables a la extinción (Townsend et al., 2008).

El riesgo aumenta al tratarse de especies con poblaciones muy localizadas, existen tres incertidumbres que asolan a estas poblaciones reducidas y se deben evaluar: la incertidumbre demográfica, debido a las variaciones de género en los individuos que componen una población y que afecta la supervivencia de un grupo; no obstante, no ahondaremos en este aspecto en la presente investigación sino en los dos siguientes, la incertidumbre del entorno, vinculado a cambios en el ambiente o desastres, en vinculación estrecha con el cambio climático; y, la incertidumbre espacial, vinculada a la presencia de fragmentos de hábitat (Foguelman y González, 2009).

2.2.4 Modelamiento de distribución espacial de especies y Modelamiento de nicho ecológico

Las áreas de distribución, constituyen un concepto fundamental para la biogeografía y la ecología, teórica y explícitamente en el desarrollo de métodos con aplicaciones diversas (Gil y Lobo; 2012; Franklin, 2013; Guisan et al, 2013). Numerosa terminología ha derivado del desarrollo del modelamiento como instrumento de análisis derivándose una fuerte controversia sobre la teoría del MDE y el MNE.

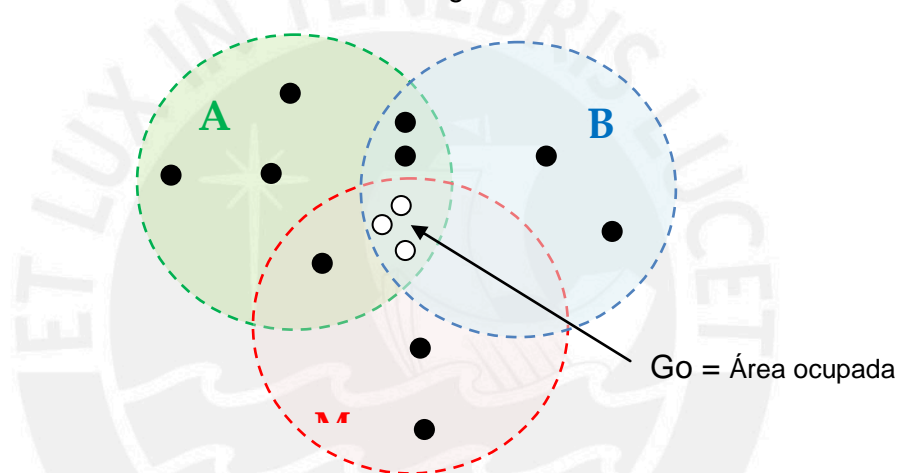
Los MDE prefieren evitar sobre-interpretar la significancia ecológica del modelo, es decir, preocuparse por todas las dimensiones del verdadero nicho ecológico que permanecerían sin caracterizar en este método (Peterson y Soberón, 2012). Pero el modelado de los procesos que generan y dan forma al área de distribución, los factores causales en el tiempo o en el espacio, o interpretar biológicamente el patrón obtenido implica la teoría del nicho e involucra una hipótesis de carácter ecológico para una taxa (Anderson, 2013).

El modelamiento del área de distribución es el resultado de tres factores que se ilustran en el Diagrama BAM. La región que incluye las variables ambientales se denomina A, también hace alusión al nicho fundamental. La región que incluye las relaciones interespecíficas se denomina B marcando el área donde las interacciones bióticas no suponen amenaza para la especie y son favorables. La región M, expresa las áreas actuales accesibles donde la presencia de la especie se ha podido muestrear. La sección A también se asocia al nicho Grinelliano y sus elementos medioambientales expresados geográficamente, mientras que la sección B corresponde al nicho Eltoniano pero resulta de difícil medición y sobre todo cuantificación (Soberón, 2007).

Entonces para el caso de MNE, prima el uso de A y B, pues se orienta a la estimación del área potencial que, aunque se desconoce su accesibilidad, es biótica y ambientalmente favorable a una especie. Para el caso de MDE, ambos conceptos de

nicho deberían incluirse porque se busca modelar el área ocupada, es decir la intersección del BAM (Jimenez-Valverde et al., 2008; Soberon y Nakamura, 2009); sin embargo, el MDE se basa principalmente en el nicho Grinelliano (Soberón, 2010), razón por la cual, la mayoría de los casos de aplicación señalan el uso único del componente abiótico y registros de presencia. De la siguiente manera, la configuración específica del BAM que excluye el componente de interacción entre organismos y emplea un método basado sólo en ocurrencias suscita la estimación de la Go por la convergencia de A y M (Jimenez-Valverde et al., 2008). Existe vasta literatura que sustenta resultados útiles y muestra la eficiencia y buen funcionamiento de este modelamiento aún sin la data biótica como los estudios de Thomas et al. (2004), Hannah et al. (2005), Beaumont y Hughes (2002).

FIGURA N° 2.3. Diagrama BAM



Existen algunas características compartidas por el MDE y el MNE, en torno al proceso de modelamiento, en ambos casos se involucran los registros de presencia de una especie en el territorio, la comparación ambientes-ocurrencias con ambientes-ausencias y algoritmos matemáticos. En general, la construcción del modelo constituye una clasificación de las áreas geográficas en función de sus condiciones, estableciendo sitios adecuados o no para la especie. De este modo, los pasos iniciales del proceso se realizan en el espacio geográfico, el modelo se dispone en el espacio ambiental y los resultados se visualizan en el espacio geográfico (Franklin, 2009). Asimismo los factores que determinar la distribución geográfica de las especies involucran la distribución ecológica de las mismas, esto enmarca muchas de las aplicaciones de ambos (Peterson y Soberón, 2012).

Sin embargo, es preciso enfatizar que modelar distribuciones y modelar ambientes son ideas divergentes, la distinción se centra en cómo se identifican y caracterizan las áreas geográficas de estudio. Para modelar la distribución de una especie se debe estimar inicialmente el Nicho Fundamental, pues permite identificar hipótesis de

condiciones abióticas apropiadas, seguidamente, se debe evaluar la accesibilidad y el producto sería el área de distribución ocupada actualmente (Peterson y Soberón, 2012). Para modelar ambientes o MNE se consideran variables bióticas, abióticas y áreas deshabitadas actualmente, así como aspectos de especiación, extinción, competencia pues también determinan la distribución. La extensión espacial de una especie según MNE es mayor que la extensión de su área de distribución geográfica real (Peterson, 2003). Con la finalidad de esclarecer esta polémica, es imprescindible mencionar que los usuarios de los ENM, han optado por centrarse en un subconjunto del nicho ecológico y por desvincularse de los procesos poblacionales (Peterson y Soberón, 2012; Anderson, 2013), lo cual, se observa como la verdadera fuente de la actual controversia entre ambas denominaciones.

En la presente investigación se ha seleccionado el MDE a modo de denominación que refiere a nuestro modelamiento porque no se pretende abarcar toda la complejidad del nicho en su totalidad, lo cual si debería efectuarse en un correcto MNE. Nuestro interés recae en el espacio geográfico con características ambientales tolerables pero también accesible a las especies de estudio.

De esta manera el MDE resulta una herramienta importante e interesante porque, en primer lugar, la distribución observada de un taxón suministra datos de gran utilidad sobre los requerimientos medioambientales para las especies seleccionadas. En segundo lugar, hace posible la obtención de información sobre los vacíos de presencia de las especies estudiadas en ubicaciones donde ocurre la misma, predicciones de distribución futura y/o de invasión en áreas desconocidas y diferentes en el tiempo. En tercer lugar, provee de conocimientos sobre áreas ocupadas actualmente y áreas no detectadas. En cuarto lugar, permite efectuar estudios que apuntan a utilizar un determinado conjunto de variables predictoras y estimar una porción del nicho fundamental, como el análisis de impactos potenciales del cambio climático en la distribución de las especies a futuro (Pearson, 2008; Guillera et al., 2015).

Se esclarece que modelar nichos no es igual a modelar áreas, los nichos son subconjuntos de espacios abstractos compuestos por variables bioclimáticas y/o topográficas que una especie tolera en conjunto con el ambiente biótico según Hutchinson (1978); y, las áreas son subconjuntos de espacios geográficos donde están presentes las poblaciones con una extensión y resolución particular. Sin embargo, ambos se relacionan, ya que en un tiempo dado a cada punto geográfico le corresponde una combinación de valores ambientales específico. La utilización de Sistemas de Información Geográfica (SIG) es sustancial, ya que permiten navegar entre ambos espacios de forma fluida y sencilla (Soberón, 2010).

CAPÍTULO 3

MARCO METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN

En el presente capítulo expone la metodología e instrumentos de la investigación, brinda una explicación descriptiva de los procedimientos realizados durante el procesamiento de datos e información en el ejercicio del modelamiento de distribución de especies, el estudio del paisaje y la teledetección.

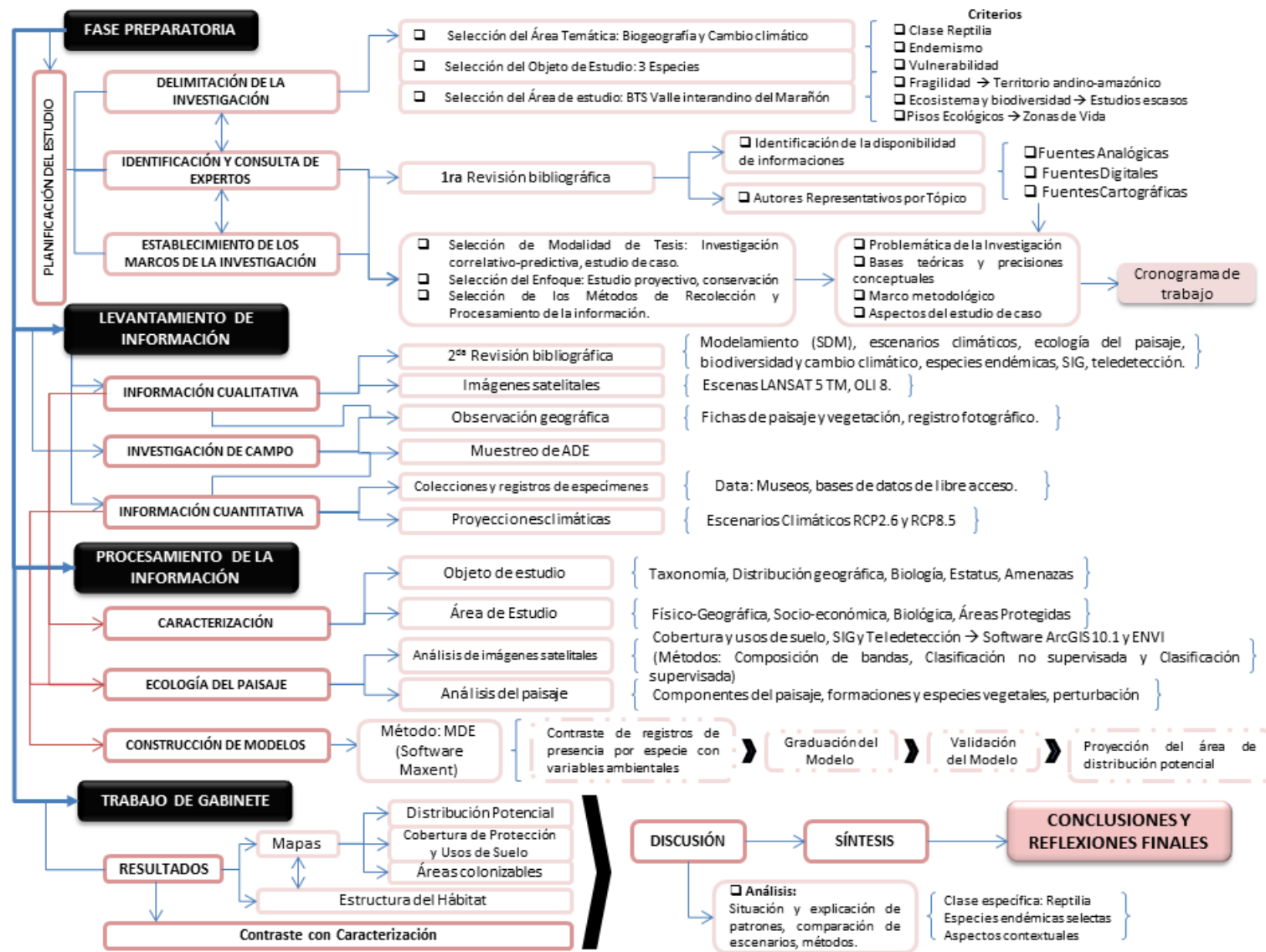
3.1 ESTRATEGIA UTILIZADA

El diseño de investigación en función de Mauch y Birch (1998) corresponde a un estudio correlacional - predictivo. Se explica a través de la relación coeficiente - fenómeno, bajo la premisa de que las variaciones en determinados componentes generarán variaciones en otros elementos, utilizando los resultados obtenidos para la construcción de predicciones cuyas interpretaciones gozan de validez estadística. El objetivo consiste en predecir y prever situaciones futuras y repercusiones, estudiando la dinámica, interrelación con el contexto y fuerzas que intervienen en el evento analizado (Hurtado, 1998). El diseño analítico también está presente, por la recopilación de tipos de datos que permitan descifrar y revelar los principios que podrían guiar acciones. Una sección incluye, además, la investigación de tipo evaluación, en la medida que se espera producir determinados resultados y evaluar el procedimiento utilizado en el proceso.

La estrategia empleada es de corte cuantitativo en el desarrollo del modelamiento, se empleó la recolección y el procesamiento de datos para la construcción de modelos de distribución en SIG; y, cualitativa referente al análisis de imágenes satelitales, involucrando la descripción científica e interpretación de los acontecimientos, con la finalidad de lograr mayor profundidad en la investigación (Blaxter et al., 2000).

El enfoque de trabajo corresponde al enfoque biogeográfico orientado a la identificación del riesgo de extinción y a la conservación de las especies en su ambiente natural o conservación *in situ* (Macdonald, 2003). La forma de abordar la problemática se definió a partir del estudio de parámetros abióticos que afectan la distribución de los organismos.

3.2 MÉTODO DE TRABAJO



El proceso metódico se inició con la planificación de la investigación, primeramente se procedió a la selección del tema central del estudio unificando dos tópicos, el desarrollo del cambio climático y su impacto en la teoría biogeográfica. De este modo fue posible seleccionar los taxones y el área, que permitan en conjunto, una investigación consistente y enriquecedora, se tomaron los siguientes criterios de selección: las tres especies elegidas serían reptiles endémicos del Perú con estatus de alta vulnerabilidad; y, el área de estudio constituiría una zona de alta fragilidad ante la presencia del cambio climático actual y efectos futuros. En este sentido los distritos de Bellavista y El Milagro en las regiones de Cajamarca y Amazonas fueron seleccionados por poseer un fuerte componente endémico. Seguidamente, se realizó la primera revisión de bibliografía mediante la consulta a expertos en los tópicos que componen nuestro tema central, identificando textos y cartografía base para la formulación de nuestro marco de trabajo, el diseño de la investigación y los métodos de resolución más efectivos. Asimismo, se identificaron los contenidos del planteamiento de la problemática del estudio, el marco teórico y metodológico y la selección del estudio de caso.

Seguidamente, se procedió a la recopilación de información pertinente, la segunda revisión bibliográfica a nivel más específico y la lectura de imágenes satelitales en relación al paisaje constituirán la información cualitativa de la investigación. Los datos procedentes de las proyecciones climáticas y presencia de especies por localidad conformaron la información cuantitativa. El componente de la investigación de campo se sitúa entre ambos porque permitió la obtención primaria de información cualitativa, por medio de la observación geográfica del paisaje; y cuantitativa, a través del muestreo de áreas de entrenamiento georeferenciadas para el posterior análisis de las escenas satelitales. La información cualitativa permitió la elaboración de la caracterización del objeto y área de estudio y la información cuantitativa la generación de los resultados del modelamiento de distribución potencial de las especies en los distintos escenarios de cambio climático. El análisis del paisaje se compuso en función de información cualitativa y cuantitativa.

El desarrollo del modelo mantuvo cuatro etapas principales, aquello será profundizado en la sección sobre modelamiento de distribución de especies. El contraste de las informaciones y resultados alimentaron la discusión, capítulo destinado al análisis de la situación de las especies endémicas evaluadas en los distintos escenarios. Los patrones identificados, amenazas, probabilidad de migración, entre otros se discutieron también bajo el contexto de las respuestas bióticas a los cambios ambientales, material imprescindible para la síntesis posterior. Finalmente, las

conclusiones resaltan los aspectos más significativos de la investigación facilitando el desarrollo de las reflexiones finales y recomendaciones.

3.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS

3.3.1 Análisis de data

Se efectuó la selección de las tres especies de estudio en función a los siguientes criterios establecidos:

- a. Rango de distribución centrado en el territorio andino - amazónico, con énfasis en los Bosques de valle interandino.
- b. Especies preferentemente endémicas al Perú.
- c. Especies faunísticas con información procedente de un número variado de localidades para el modelamiento.
- d. Fisiológicamente susceptibles a cambios de temperatura y otros cambios a estudiar.
- e. Especies de interés para la conservación por su estatus actual de amenaza o valor ecológico.

Es importante resaltar que los criterios preestablecidos responden, a su vez, a optimizar la metodología a emplear y los resultados de la investigación. De esta manera, la heterogeneidad de las localidades en función a las características geográficas establecidas y el nicho de las especies elegidas, permitirán el ejercicio de un adecuado modelamiento acrecentando la confiabilidad de los resultados y proyecciones.

El conjunto de datos está conformado por registros de presencia de las especies *Bachia intermedia*, *Phyllodactylus internadinus* y *Stenocercus huancabambae*; variables bioclimáticas y ambientales continuas y/o categoricas.

Los datos de presencia por especie para la construcción de los modelos fueron extraídos de fuentes secundarias de información y colectas de especies procedentes de bancos de datos; así como, de bases de información confiables de acceso libre. La calidad de los datos se define en base a las fuentes de donde fueron obtenidos, por ello recurrimos a las bases de datos de las entidades citadas en la tabla N° 3.1

Además se emplearon páginas web entre las que destacan GBIF (*Global Biodiversity Information Facility*), IUCN (*International Union for Conservation of Nature*), BHL (*Biodiversity Heritage Library*), VertNet y su buscador específico para reptiles HerpNET. Entre las bases de datos especiales para variables abióticas se utilizaron

WorldClim², IPCC y CCAFS. Asimismo, se emplearon imágenes satelitales Landsat 5 TM y Landsat 8 TM OLI para el periodo 1991 - 2015 obtenidas del servidor Glovis de la USGS (*U.S. Geological Survey*) para su tratamiento con el método del SIG y teledetección.

TABLA N° 3.1. Fuentes de información de registros faunísticos

Entidad	URL
American Museum of Natural History (AMNH)	http://www.amnh.org/
Biodiversity Heritage Library	http://www.biodiversitylibrary.org/
CDC - UNALM	http://cdc.lamolina.edu.pe/
Global Biodiversity Information Facility	http://www.gbif.org/
HerpNET	http://www.herpnet.org/
International Union for Conservation of Nature	http://www.iucnredlist.org/amazing-species
Museum of Comparative Zoology, Harvard University	http://www.mcz.harvard.edu/
Museum of Vertebrate Zoology (Herp Collection)	http://mvz.berkeley.edu/
Natural History Museum: KU Biodiversity Institute	http://naturalhistory.ku.edu/
Natural History Museum of Los Angeles County	http://www.nhm.org/site/
National Museum of Natural History, Smithsonian Institution	http://www.mnh.si.edu/
Royal Ontario Museum	www.rom.on.ca/
VertNet	http://vtrnet.org/

Fuente: Elaboración propia

Las variables ambientales consideradas en el presente estudio se dividen de la siguiente manera: precipitación total mensual (Prec), temperatura mínima promedio mensual (Tmin), temperatura máxima promedio mensual (Tmax) y variables bioclimáticas de mayor especificidad. En el caso de construcción de la distribución potencial actual se empleó adicionalmente la variable de temperatura media mensual.

² Hijmans, R. J., Cameron, S. E., Parra, J. L., Jones, P. G., and Jarvis, A. (2005). Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*, 25, 1965–1978. Recuperado de www.worldclim.org

TABLA N° 3.2. Clasificación de variables bioclimáticas

BIO1	Temperatura media anual
BIO2	Media mensual de temperatura máxima y mínima
BIO3	Isotermas (BIO2/BIO7) (* 100)
BIO4	Temperatura Estacional (desviación estándar *100)
BIO5	Temperatura máxima del mes más cálido
BIO6	Temperatura mínima del mes más frío
BIO7	Rango de temperatura anual (BIO5-BIO6)
BIO8	Temperatura promedio del trimestre más húmedo
BIO9	Temperatura promedio del trimestre más seco
BIO10	Temperatura promedio del trimestre más cálido
BIO11	Temperatura promedio del trimestre más frío
BIO12	Precipitación anual
BIO13	La precipitación del mes más húmedo
BIO14	La precipitación del mes más seco
BIO15	Precipitaciones estacionales (coeficiente de variación)
BIO16	La precipitación del trimestre más húmedo
BIO17	La precipitación del trimestre más seco
BIO18	La precipitación del trimestre más cálida
BIO19	La precipitación del trimestre más frío

Fuente: Hijmans et al., 2005

La línea de base se determinó en función del promedio entre los años 1950 - 2000, aquello permitió la estimación del área de distribución potencial actual de las especies de estudio. Respecto al empleo de las proyecciones climáticas, se han establecido cuatro escenarios futuros, tomando como referencia las proyecciones de cambio climático del informe AR5 del IPCC (2013). De acuerdo a ello, se seleccionaron los escenarios RCP2.6 y RCP8.5 para el año 2050, escenarios extremos de menor y mayor alteración climática, respectivamente. La finalidad de su elección es el contraste de los impactos y riesgos para la conservación de las especies *B. intermedia*, *P. interandinus* y *S. huancabambae* frente a un cambio climático controlado por medidas de mitigación y un cambio climático exacerbado en el tiempo.

Los modelos seleccionados se denominan HadGEM2-ES y CCSM4, el modelo HadGEM2-ES un modelo acoplado desarrollado en el año 2009 por el Centro Hadley

(*Met Office Hadley Centre*³) en Reino Unido (Chou et al., 2014). El modelo CCSM4 o *Community Atmosphere Model* version 4, es un modelo acoplado desarrollado en el año 2010 por la UCAR (*University Corporation for Atmospheric Research*⁴) en Estados Unidos, ambos presentan componentes del sistema tierra, por lo cual, se les reconoce como ESM (Earth System Model) y constituyen parte de los modelos CMIP5 del AR5.

Una de las ventajas comparativas frente a otros modelos se sustenta en su uso recurrente por numerosas instituciones a nivel mundial con fines de investigación climática y predicción meteorológica. Otra de las ventajas recae en que los ESM proporcionan las herramientas más completas disponibles para simular la respuesta pasada y futura del sistema climático ante el forzamiento externo, por su complejidad en cuanto a la cantidad de forzamientos climáticos que incorporan (Jones et al., 2011; Flato et al., 2013). El modelo HadGEM2-ES ha sido evaluado por el IPCC y por el centro Hadley en cuanto a la mejora de su rendimiento, al respecto, Collins et al. (2008) señala que la versión actualizada del modelo ha sido dirigida a cubrir también el parámetro del ENSO, efectuando mejoras significativas respecto a sus versiones anteriores. Asimismo, afirma que calza de manera adecuada con las observaciones climáticas y otros modelos, por lo cual, ha recibido su validación como modelo climático global.

TABLA N° 3.3. Modelos HadGEM2-ES y CCSM4 según grado de complejidad. La gradación de la coloración indica que a mayor grado de complejidad abarcada por el modelo para cada parámetro que influye en el sistema climático, más oscura es la coloración.

Nombre del modelo	Atmos.	Cover suelo	Océano	Hielo marino	Aerosol	Química atmos.	Ciclo del Carbono	Océano BGC
HadGEM2-ES								
CCSM4								

Fuente: IPCC, 2013

A diferencia de los modelos anteriores del CMIP3, el modelo CCSM4 presenta mayor grado de fiabilidad en el componente atmosférico, cobertura de uso de suelo y océano. El modelo HadGEM2-ES incluye, además de simular concentraciones de CO₂, parámetros de ciclos biogeoquímicos como el ciclo del carbono terrestre y oceánico, incorporaciones recientes a modelos utilizados para efectuar proyecciones del cambio climático. Igualmente, se le han añadido los parámetros relativos al tipo de superficie y

³ Accesible en: <http://www.metoffice.gov.uk/>

⁴ Accesible en: <http://www2.ucar.edu/>

vegetación continental (IPCC, 2013; Flato et al., 2013), variables que influyen en el clima por el efecto albedo y la evapotranspiración; concentración de aerosoles y otros parámetros relevantes señalados en la tabla N° 3.3.

Como se observa ambos modelos constituyen una suerte de complementariedad en cuanto a los parámetros en los que tienen una mejor complejidad y representatividad, de este modo, los resultados obtenidos mediante el promedio de ambos son de carácter más fiable, disminuyendo el sesgo de emplear un solo modelo.

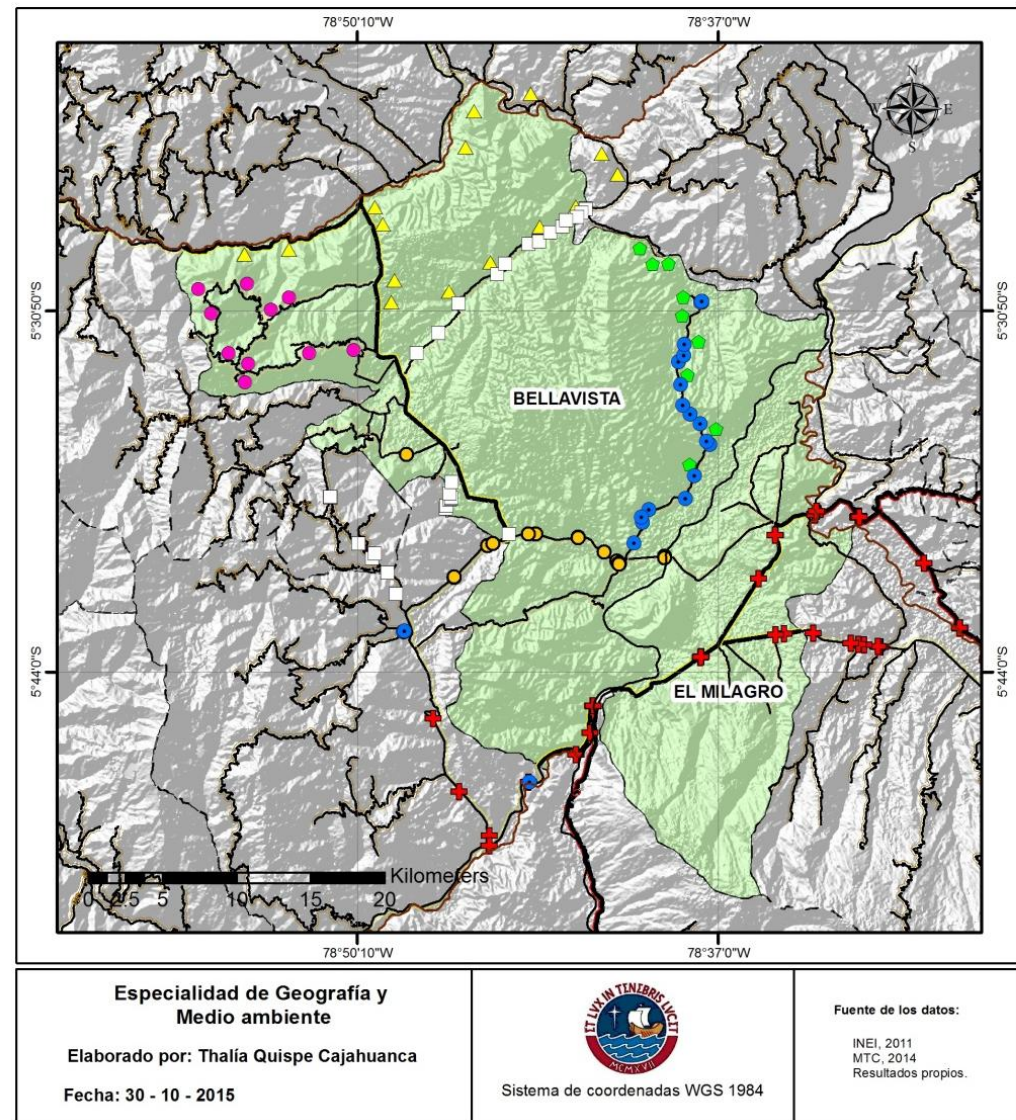
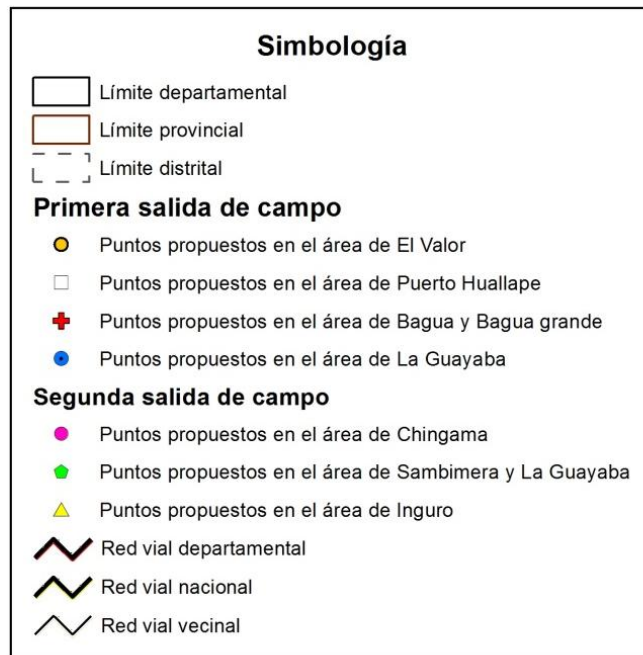
3.3.2 Investigación de campo

La planificación de los trabajos de campo se formuló con la finalidad de obtener información que correspondiera a la época de lluvias y a la época seca de nuestra área de estudio; programando la primera salida de campo para la fecha del 03 al 08 de Marzo del 2015 y la segunda salida de campo para la fecha 26 al 31 de Setiembre del 2015.

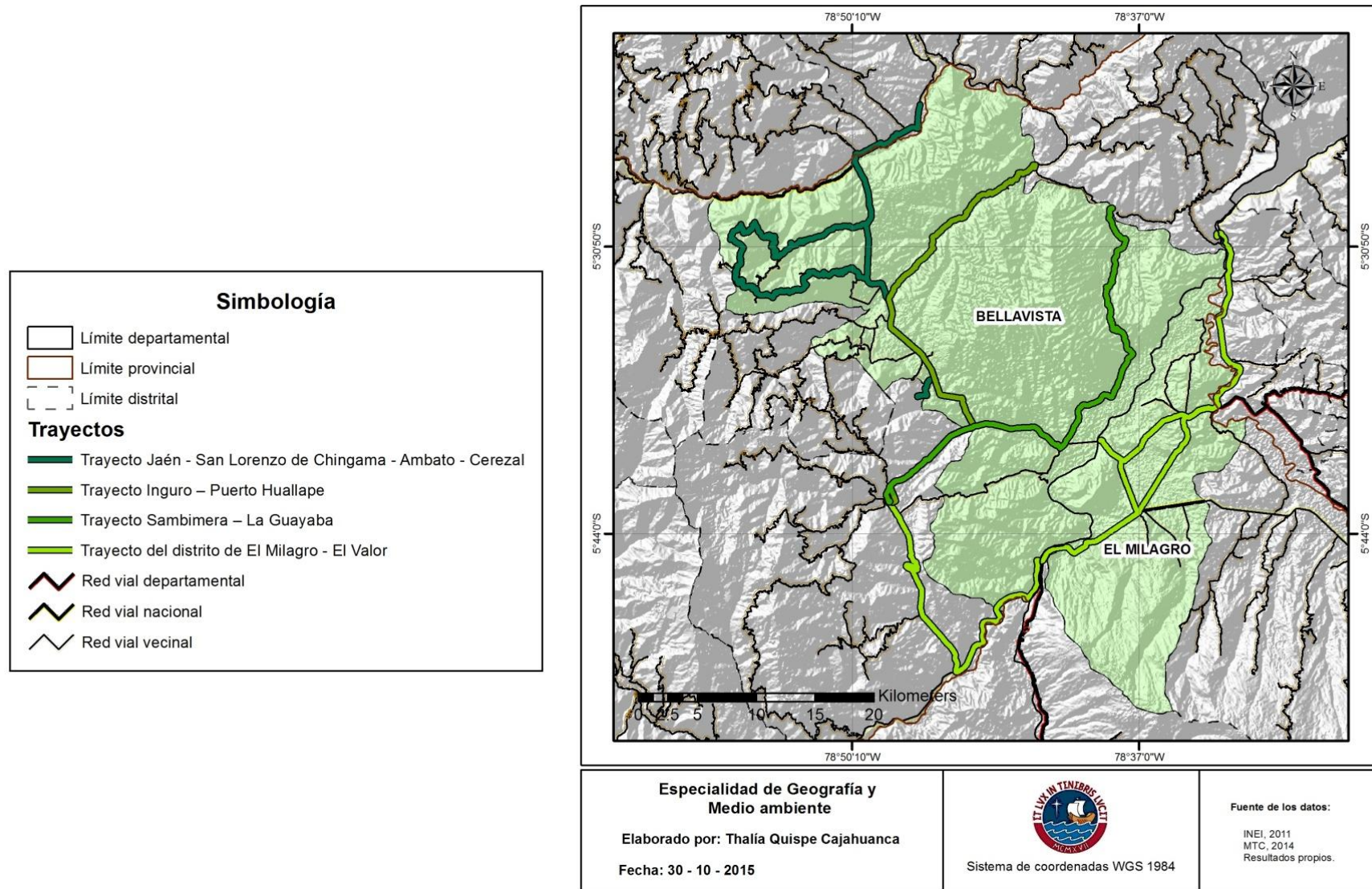
Mediante el método del trabajo de campo se realizó la obtención de áreas de entrenamiento georeferenciadas a utilizar como insumo en el posterior método de clasificación supervisada (Corts et al., 2010). Se emplearon como instrumentos un equipo GPS Etrex 30, una ficha de control y un mapa de puntos propuestos de muestreo de ADE, elaborado previamente en función de la clasificación no supervisada de carácter exploratorio que se realizó. La muestra constó de 97 observaciones recaudadas en la primera salida de campo y 107 correspondientes a la segunda salida de campo que, posteriormente, fueron ingresados a la plataforma ArcGIS10.1 por digitalización.

El trabajo de campo incluyó, además, un estudio del hábitat y del paisaje, a través de la recopilación de información primaria y la observación geográfica. Se efectuó una exploración visual de elementos significativos del paisaje y de la cobertura vegetal que permitieran contrastar zonas dentro del área de estudio (Pérez y Rodríguez, 2006). Previamente, se diseñó una ficha de campo tomando como referencia las fichas de Rubio, N. (1982) y la metodología de Meaza (2000). Para reunir información detallada sobre: características de la vegetación, cultivos, estimación del porcentaje de la vegetación natural y cultivada, intervención humana en el paisaje (directa e indirecta) y otros, en cada punto muestreado de ADE. Se elaboró también un registro fotográfico de los paisajes observados y de las formaciones, asociaciones o especies vegetales encontradas.

MAPA N° 3.1. Puntos propuestos de muestreo de ADE, trabajo de campo I y trabajo de campo II



MAPA N° 3.2. Trayectos evaluados mediante el trabajo de campo I y el trabajo de campo II.



En el caso de la flora, las especies registradas fueron contrastadas con dos guías⁵ de vegetación para su correcta identificación.

Para la validación de campo de nuestros productos cartográficos finales, se realizó un muestreo aleatorio simple por clase en las zonas donde se encontraron problemas de clasificación, ya sean por omisión o acción (Pinilla, 1995). Se seleccionó la muestra en base a los mapas preliminares elaborados mediante clasificación supervisada y se verificó, en una segunda salida de campo, el grado de concordancia de la clasificación digital con la observación real del territorio para las correcciones respectivas. Una serie de trabajos han empleado la validación de campo con resultados óptimos como Recavarren et al. (2011), Polanco (2012), Altamirano, et al., (2012), Suarez, et al. (2011).

3.3.3 Modelamiento de distribución de especies: Maxent

Es importante resaltar que el empleo de modelos de distribución ha evolucionado como herramienta fundamental en temas de cambio climático basados en información poblacional o biogeográfica.

Debido al carácter predictivo de la investigación, se seleccionó el uso de modelos correlativos, el método principal de trabajo lo constituirá el MDE. Los MDE se definen como: “La estrategia más común para la estimación de la distribución geográfica actual o potencial de una especie caracterizando las condiciones ambientales adecuadas para cada especie e identificando la distribución espacial de los ambientes apropiados para su desarrollo” (Pearson, 2008: 4).

El modelamiento se ejercerá en función de la siguiente información: los datos de presencia de cada especie seleccionada en su rango actual y las variables que especificarán las condiciones ambientales del espacio geográfico que ocupan las especies a modelar (Elith, 2011). Las variables, principalmente climáticas, corresponderán a un periodo de base y a un periodo futuro con la finalidad de generar modelos referentes a distintas variaciones ambientales productos del cambio climático creando múltiples escenarios (Pliscoff y Fuentes, 2011).

El algoritmo de modelamiento a emplear se denomina Maxent⁶ (Máximo Entropy), seleccionada entre cuatro familias de técnicas desarrolladas para la construcción de

⁵ Marcelo, J. L., Pennington, R. T., Reynel, C., Zevallos, P. (2010). *Guía ilustrada de la flora leñosa de los bosques estacionalmente secos de Jaén, Perú*. Universidad Nacional Agraria La Molina / Royal Botanic Garden Edinburgh. Lima.

Marcelo, J. L. y Fernandez, R. (2012). *Catálogo de las plantas leñosas de los bosques estacionalmente secos de Jaén, Cajamarca*. Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima.

⁶ Accesible en: <https://www.cs.princeton.edu/~schapire/maxent/>

modelos de distribución potencial de especies de mayor especialización. El criterio de selección se basa, esencialmente, en las calificaciones positivas que ha obtenido la técnica en evaluaciones previas documentadas (Pearson, 2008; Franklin, 2009). Adicionalmente, existen otros criterios que han permitido una valoración más amplia de la técnica, destacando la posibilidad de trabajo con una cantidad mínima de datos de presencia por especie; su agilidad de aplicación y, por lo tanto, de obtención de resultados. Es necesario resaltar que la rapidez y facilidades que ofrece no implican que los resultados sean endeble, permitiendo generar proyecciones espaciales de alta confiabilidad (Elith et al., 2006; Fourcade, 2014). El desarrollo de esta técnica ha devenido en la extensión de su utilización en el modelamiento geográfico de especies y ecosistemas.

La base del software seleccionado está conformada por el algoritmo específico de máxima entropía (Phillips et al., 2006). La palabra entropía significa incertidumbre, consecuentemente, el concepto de máxima entropía equivale a máxima incertidumbre; la máxima incertidumbre sucede cuando todos los elementos (caracteres, valores y otros para cada caso específico) que componen un conjunto o serie son igualmente probables de aparecer o suceder, también se puede describir como una distribución plana de la probabilidad (Elith et al., 2006).

De este modo, el algoritmo de Maxent, maximiza la incertidumbre (entropía) de la distribución predicha, de modo que a la predicción se le atribuya tan poca información como sea posible sobre cual célula o pixel es más probable que contenga a la especie (Merow et al., 2013). Teniendo en cuenta los valores proporcionados por las variables bioclimáticas y ocurrencias utilizadas se llega hasta determinado punto donde la entropía si bien no es total, es la máxima que se ha podido alcanzar para las capas de información ingresadas (Gil y Lobo, 2012). Es importante señalar que cuando se tienen de dos a más variables, la información de una de ellas disminuye la incertidumbre sobre la otra, inherentemente. Sin embargo; esta maximización de la entropía de todos modos reduce el área de distribución potencial. De todas las distribuciones de probabilidad que son factibles se encuentran y seleccionan las que soporten el mayor nivel de incertidumbre, debido a que, aún bajo este efecto algunas células van a poseer un grado de probabilidad mayor a otras, las que finalmente serán elegidas como predicción final. En resumen, es un principio estadístico que se basa en la densidad de la probabilidad de las variables independientes en los sitios de presencia (Elith et al., 2006).

Al interior del software Maxent se trabaja la ecuación propia del algoritmo, su funcionamiento se describe mediante el establecimiento de una relación entre la

ubicación geográfica de los datos de presencia de cada especie y los valores propios de las variables ambientales como conjunto, en la localización de los datos en mención (Phillips et al., 2006, Phillips y Dudík, 2008). El área de interés es modelada utilizando el formato raster, este mapa se compone de celdas que presentan una resolución común, as celdas están caracterizadas en función de las variables ambientales, en este sentido, la variable de distribución es la variable dependiente (Hirzel et al., 2002). Como resultado se produce una capa raster con valores de 0 a 1, en la cual, los valores más altos representan el área de condiciones ambientales más favorables para la presencia de cada especie en particular (Hipolito et al., 2015).

La tendencia de Maxent a reducir la distribución generada, le atribuye una alta valoración como técnica generadora de distribuciones potenciales bastante cercanas a una distribución realizada (Gil y Lobo, 2012).

Con la finalidad de un procesamiento efectivo de los datos, se optó por el cumplimiento de determinadas condiciones: las coordenadas correspondientes a los puntos de presencia fue trabajada en DDS o grados decimales. En el caso de los datos de presencia que no presentaban coordenadas se realizó una georreferenciación de acuerdo a la descripción del área, solo si el registro suministraba el área administrativa de ubicación, la localidad y referencias.

Mediante el uso de los SIG y el empleo del software ArcGIS 10.1, se procedió a la preparación de las capas ambientales actuales y proyecciones. Las capas climáticas futuras de WorldClim tienen la característica de datum desconocido a pesar de que señalan el sistema de coordenadas GCS WGS84, además hay una diferencia mínima en las unidades angulares. Debido a ello, inicialmente se uniformizó el sistema de coordenadas a coordenadas geográficas WGS84, sistema que presentan las capas ambientales actuales (Hijmans et al., 2005) con la herramienta project raster de la sección de projections and transformations del Arctoolbox aplicada a las capas de clima futuro pues carecían de una referencia espacial completa.

De este modo se especificó el datum adecuado y se facilitó una correcta combinación de los datos de presencia georeferenciados, ambientales actuales y proyecciones climáticas al interior del modelo (Scheldeman y Van Zonneveld, 2010), Seguidamente, se realizó el procedimiento de extracción de data climática a escala nacional, el desarrollo de las proyecciones climáticas del AR5 basadas en MCG está dispuesto en capas a escala mundial (IPCC, 2013) cuyo volumen de datos puede desacelerar su procesamiento. Se debe precisar el área de fondo o *background* que utilizaremos en función a las dimensiones el área de interés para que no resulte demasiado extenso

comparativamente. Reduciendo el área total de las capas climáticas al ámbito nacional, también contribuiremos a obtener un resultado verídico cuando se evalúe la veracidad del modelamiento en el gráfico de AUC, ya que, modelamientos con un *background* muy extenso arrojan valores altos por el área que no ha sido modelada al no presentar registros de la especie evaluada, en vez de ser el resultado del test de veracidad del modelamiento realizado.

Para realizar una adecuada extracción, delimitamos el AOI en un nuevo shapefile con sistema de coordenadas geográficas WGS84 y mediante la herramienta editor le asignamos una extensión que englobe al Perú. A continuación trabajamos una primera capa climática de base que utilizaremos para guiar el proceso de extracción en todas las capas ambientales de la siguiente manera:

- a) En la ventana principal de la herramienta ingresamos nuestra primera capa raster georeferenciada Bio1 y el AOI a la herramienta *extract by mask* del *Arctoolbox*
- b) Ingresamos a la sección de *environments* y colocamos en *processing extent* la opción de *same as layer AOI*, después en *snap raster* seleccionamos nuevamente Bio1, seguidamente en la sección *cell size* de *raster analysis* precisamos el tamaño del pixel con la opción *same as layer Bio1*
- c) Ejecutamos la herramienta y obtenemos la capa guía Bio1_R

Al culminar añadimos todas las capas ambientales que se necesitan trabajar y ejecutamos la herramienta *extract by mask* en modalidad *batch*, la modalidad permite agilizar el procedimiento permitiendo el procesamiento de varias capas en simultáneo.

- a) En la ventana principal de la herramienta ingresamos nuestras capas raster y el AOI para cada capa.
- b) Ingresamos a la sección de *environments* y precisamos en *processing extent* la opción de *same as layer AOI*, en *snap raster* y en *raster analysis* seleccionamos la capa ambiental recortada que obtuvimos anteriormente Bio1_R
- c) Se debe revisar la validación empleando el símbolo ✓, el fondo de las celdas debe quedar en color blanco, en este caso, ejecutamos la herramienta; en caso contrario, se debe corregir pues se ha detectado algún error en la celdas que aparezcan en color.

Con el procedimiento propuesto se mantiene uniforme el tamaño del pixel y la nueva extensión de la capa, el empleo de la sección *snap raster* es importante porque asegura que los pixeles extraídos se mantengan en su lugar original, en caso contrario

puede suceder que las capas al ser recortadas no se superpongan a las capas originales y aparezcan con un ligero desplazamiento a la derecha. Aquello ya supone una alteración de la información que podría entrar al proceso de modelamiento si no se ha tomado esta precaución.

Al verificar los resultados de la operación *extract by mask* el formato de salida es predefinido por ArcGIS 10.1 como ESRI GRID, para realizar el procedimiento de conversión de ESRI GRID a ASCII, seleccionamos la herramienta *raster to ASCII* de la sección *conversion tools* de *Arctoolbox* y desplegamos la modalidad *batch*. Ejecutamos la herramienta después de añadir nuestras capas en formato ESRI GRID y precisar la locación de salida de cada capa climática, respectivamente. Es importante especificar la extensión ASCII (.asc*) manualmente en caso de que se visualice como .texto (.txt*).

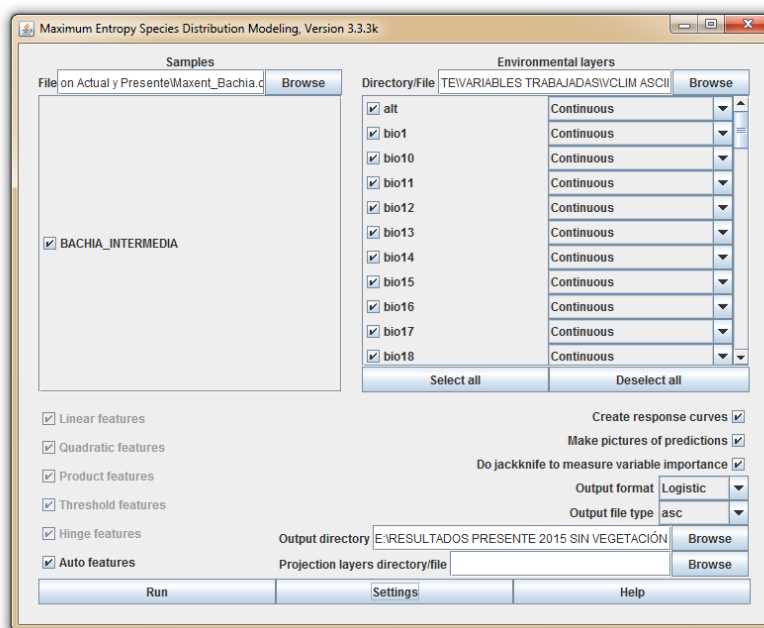
Al importar los datos en Maxent se trabajó de la siguiente manera: la muestra de presencias en un solo archivo con formato CSV (*.csv) separada en tres campos (Especies, Longitud, Latitud), es importante resaltar que el orden señalado es esencial para que el programa acepte la información. Las capas ambientales se proporcionaron al programa en un único archivo que contenía todas las variables ambientales escogidas, el formato utilizado fue ASCII (*.asc) por presentar una mayor compatibilidad con el programa.

TABLA N° 3.4. Detalles de las variables ambientales procesadas. Es imprescindible que todas las variables mantengan la uniformidad de formato, resolución y propiedades, a continuación se detallan las precisiones de las variables ambientales presente y de las proyecciones climáticas.

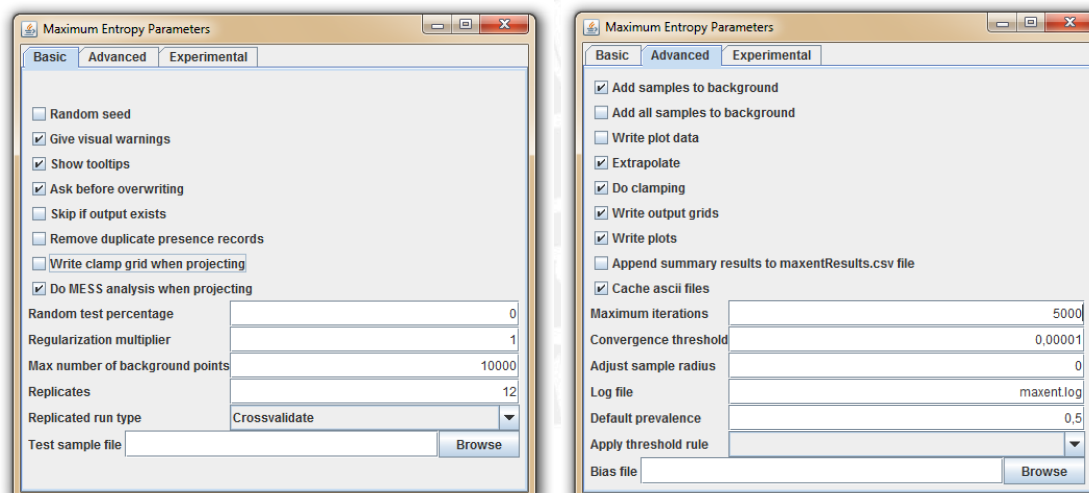
Tipo de variables	Resolución	Configuración de la extensión	Tamaño de pixel
Variables ambientales	30 segundos de arco	Arriba: 0.008333333333 Izquierda: -83.7166666667 Derecha: -64.475 Abajo: -18.375	0.00833333333

Fuente: Elaboración propia

En la figura N° 3.2 se visualiza la programación básica seleccionada, en la sección avanzada se deseleccionó la opción *write clamp grid when projecting* porque no se consideró relevante para el estudio y además, debido al peso de los datos, interfería con el desarrollo efectivo de los modelos. A continuación se presentan los parámetros seleccionados para dar inicio al modelamiento:

FIGURA N° 3.1. Vista general del software MAXENT 3.3.3k

Fuente: Phillips et al. 2006

FIGURA N° 3.2. Parámetros seleccionados del software MAXENT 3.3.3k

Fuente: Phillips et al. 2006

Los modelos de predicción finales se construyeron mediante el promedio de los resultados independientes de cada MCG aplicado por especie.

La validación de los resultados obtenidos es una de las áreas más importantes, estudios en modelamiento de especies en riesgo de extinción, raras o endémicas toman como principio base el uso de todos los registros de presencia para realizar el modelo (Andersen and Beauvais, 2013). Sin embargo, puede generar gran incertidumbre en torno a la validación del producto.

Para superar ésta premisa se ha optado por el método de Pearson et al. (2007), la validación denominada *leave-one-out* o *jackknifing por crossvalidation*, recomendada específicamente para evaluar muestras menores a 20 – 25 puntos de presencia. Es importante resaltar que no se debe confundir con la herramienta *Jackknife* que evalúa la importancia de las variables ambientales. En el método *leave-one-out* los datos se dividen en k partes del mismo tamaño que son utilizadas como subgrupos de *test* para cada muestra o *training sample* de $k-1$, donde k es igual al número de localidades de presencia. De ésta manera se calibran k modelos y cada modelo es comprobado en función de los datos de *test* excluidos, cada localidad se excluye de la construcción del modelo durante una partición (Fielding y Bell, 1997; Pearson, 2008) Pearson et al., 2007, también señala la importancia del $p\text{-value}$ ⁷ para evaluar la consistencia del modelo realizado.

La elección del método citado resultó en una buena estrategia pues se maximizó el uso de la muestra para la calibración del modelo como *training sample* sin sacrificar una validación adecuada. El método *leave-one-out* ha sido empleado por una serie de estudios en la temática de especies de nicho restringido, en situación de riesgo o con escaso número de datos disponibles, los cuáles, son criterios coincidentes con nuestra investigación; se pueden citar los trabajos de Kumar y Stohlgren (2009), Castilla, et al. (2013), Verovnik et al. (2014), Voskamp et al. (2014), Bellamy y Altringham (2015).

TABLA N° 3.5. Rangos de validación del área bajo la curva (AUC).

Valores de AUC	Descripción
0.9 – 1.0	El modelo es excelente
0.7 – 0.9	El modelo es bueno
0.5 – 0.7	El modelo es informativo
> 0.5	El modelo no es mejor que el azar
< 0.5	El modelo es peor que el azar

Fuente: Swets, 1998 y Engler et al., 2004

En el análisis de la curva ROC, la Sensibilidad y la Especificidad explicarán la medida en que los datos empleados en la construcción del modelo predicen correctamente la presencia y la ausencia, respectivamente, de las especies de estudio (Baldwin, 2009). Ambas medidas se cuantificarán por el área bajo la curva (AUC) en un intervalo de

⁷ Valor de probabilidad que se basa en la hipótesis nula de que la predicción obtenida no es mejor que una predicción aleatoria. Los modelos con valores ≤ 0.05 se consideran útiles. (Fullera et al., 2008).

0.5 -- 1.0 indicando diferentes niveles de ajuste y utilidad de los modelos resultantes (Engler et al., 2004).

Una vez realizado el procesamiento, la visualización del producto resultante y el diseño se realizaron también a través de la plataforma SIG en ArcGis 10.1 (Peterson et al., 2002). Posteriormente, el ajuste del modelo y detalle se realizó en la misma plataforma, evaluando la localización de barreras naturales para delimitar mejor el área de dispersión real (Scheldeman y Van Zonneveld, 2010; Young, 2007). Con la finalidad de mejorar los modelos de acuerdo a una concepción realista que involucra la interacción humana con el medio ambiente físico y su incidencia en la organización del espacio geográfico que integra con las especies evaluadas, los cambios de usos de suelo y cobertura vegetal también han sido incorporados, la herramienta de análisis de estos componentes se especifica en la siguiente sección.

3.3.4 Técnicas de procesamiento de información: SIG y Teledetección

La teledetección es complemento de la biogeografía y la ecología del paisaje, a su vez, el soporte de tecnologías de información geográfica constituye un requisito para sus análisis. (Chuvieco, 2007; Altamirano et al., 2012). Es importante destacar la utilidad de las herramientas de SIG para la obtención de resultados relevantes que, aplicados de forma adecuada pueden contribuir con información de gran importancia y constituirse en una base de datos para dirigir acciones (Gutierrez y Gould, 1994) de conservación y planificación. La realización de un estudio multitemporal resulta esencial para conocer y comprender el impacto real de la actividad antrópica expresada en la tasa de cambio de uso de suelo que se están dando en el área de estudio y áreas colonizables potenciales identificadas por especie. La investigación se ha orientado a determinar cómo ha ido variando la extensión de las áreas correspondientes a la cobertura vegetal natural, cultivos agropecuarios, áreas urbanas y espacios deforestados con suelos descubiertos a través de los años 1991, 2000, 2013 y 2015. La metodología para el estudio multitemporal del hábitat se basa en la información del trabajo de campo, procesamiento de imágenes satelitales, el uso del software ArcGIS 10.1 y ENVI. Los métodos de teledetección que se emplearon específicamente son: la composición de bandas, la clasificación no supervisada y la clasificación supervisada.

Para la elección de las imágenes satelitales se tomaron en cuenta los datos propios de las escenas y los datos ambientales. Optamos por obtener las escenas del mismo mes, Setiembre, del sensor Landsat 5 TM, que a diferencia del Landsat 7 ETM, no presenta los errores en las imágenes que disminuyen su utilidad para realizar los

análisis. Estas imágenes cuentan con una resolución espacial de 30 metros; la radiométrica es de 8 bits; la temporal de 16 días; y espectral de 7 bandas, entre las que tenemos a las bandas RGB del espectro visible que son las 3 primeras, el NIR (Infrarrojo cercano) que es la cuarta banda, el SWIR (Infrarrojo de onda corta) que se ubica en las bandas 5 y 7, y el TIR (infrarrojo termal) que es la banda 6. También se optó por emplear dos imágenes de Landsat 8 OLI cuyos productos son los más actualizados, difiere de la anterior al poseer 11 bandas, dos de ellas termales (banda 10 y banda 11) una para detección de nubes cirros (banda 9), en este caso la resolución radiométrica es de 12 – bits.

El segundo aspecto a tomar en cuenta, como ya se señaló, son los datos ambientales de nubosidad. Para ello, se buscó que las imágenes tuvieran la menor cantidad de nubosidad posible, ya que, la presencia de nubes, dificulta la observación y el análisis de las imágenes. En ese sentido, considerando las imágenes que posean nubosidad entre 0% - 25% en nuestra área de interés.

Habiendo identificado el área de interés (AOI) y descargado las imágenes satelitales con las características descritas para los años mencionados; procedimos con el procesamiento de las imágenes satelitales. Antes de ello, organizamos la información en carpetas y guardamos una copia de cada imagen en caso de que se requiera corregir algún error, realizar análisis adicionales, entre otros.

Inicialmente elaboramos una capa máscara que delimite nuestra área de estudio, luego, empleando el software ArcGIS 10.1, realizamos las composiciones de bandas RGB 321, RGB 432 y RGB 742 para las imágenes Landsat 5 TM y su equivalente, RGB 432, RGB 543 y RGB 753 para las imágenes Landsat 8 OLI, con la finalidad de discriminar usos de suelo. Las composiciones RGB 321-TM y RGB 432-OLI posibilitan la visualización de la imagen en color real o visible, es decir, tal y como nuestros ojos la verían; las composiciones RGB 432-TM y RGB 543-OLI, discriminan la vegetación, mostrándola de color rojizo, a medida que la vegetación sea más viva el color rojo se torna más intenso; y las composiciones RGB 742-TM y RGB 753-OLI, que también son en falso color, presentan a la vegetación vigorosa con actividad fotosintética de color verde, las áreas desprovistas de vegetación como las zonas deforestadas y áreas urbanas de color rosado o magenta, los cuerpos de agua de color azul, el hielo y la nieve de color celeste y las nubes se muestran de color blanco. Para este procedimiento, se utilizó la herramienta *composite bands*, que se encuentra dentro de las herramientas *data management tools* del *Arctoolbox*.

Seguidamente realizamos la clasificación inicial no supervisada de las imágenes para cada uno de los años:

- a) Primero aplicamos el *script* clasificación no supervisada de *clusteriso* que se encuentra en la herramienta *multivariante* dentro del *spatial analyst*.
- b) En la ventana principal se define el número de clases que queremos que ArcGIS 10.1 genere de acuerdo a las características similares entre los objetos. Para el presente trabajo, se determinaron un número de 20 clases para explorar el grado de detalle que ofrece la imagen de acuerdo a sus características espectrales.
- c) Definimos la extensión del procesamiento en función de la capa máscara que creamos inicialmente y que comprende el AOI.
- d) Posteriormente, las clases obtenidas en la CNS se agrupan manualmente en clases definidas por el usuario.
Para la presente investigación se agruparon en seis categorías preliminares: bosque seco, otro tipo de bosque, cultivos agropecuarios, cuerpos de agua, áreas urbanas y nubosidad.
- e) Se aplica la herramienta *recclasify* para reducir y agrupar el volumen de información por clase.

Cabe resaltar que la CNS es un insumo para la posterior clasificación supervisada, pues permite una distinción primaria del bosque de las demás coberturas terrestres, pero es de carácter exploratorio (Arango et al., 2005; Polanco, 2012). En palabras de Chuvieco (2000) su utilidad recae en definir las categorías que pueden intervenir. Además, en base al producto de este método, se generó un mapa con puntos propuestos de muestreo en el campo de áreas de entrenamiento, en función a las áreas donde se han mantenido los usos durante el periodo evaluado. Se predefinieron áreas donde convergen al menos dos usos de suelo tomando en cuenta la red urbana e interurbana, de este modo, resultaron útiles para la CS de todas las imágenes. El método de CS contribuye a una correcta diferenciación de las categorías capturando la complejidad de cada clase, podemos señalar las investigaciones de Fernández et al. (2003); Heredia et al. (2003); Fontúrbel (2007); Zorogastúa et al. (2011).

La CS se realizó después de efectuar la investigación de campo, finalmente, se utilizaron una totalidad de 14 514 ADE para cada año, incluidas las áreas tomadas en campo y las áreas complementarias extraídas de cada escena individual discernidas por composición de bandas y el análisis visual de las escenas. La cantidad de ADE se seleccionó en función a la necesidad de incrementar la precisión de la clasificación. Se tuvo que aumentar el número inicial contemplado de ADE; sin embargo, ello ayudó a

generar resultados más óptimos. Las diez clases finales, incluidas cuatro clases nuevas incorporadas, se definieron como: bosque seco, bosque de ladera intervenida, bosque húmedo, cultivos agropecuarios, cuerpos de agua, áreas urbanas, sedimentos, nubosidad o no data, monte espinoso y vegetación escasa.

Definimos el procedimiento de clasificación supervisada en base a Richards (1999), el cual, se resumen de la siguiente manera:

- a. Digitalización de áreas de entrenamiento con el comando *draw training sample with polygon*.
- b. Agrupamiento manual de todas las ADE en las categorías finales con *training sample manager*.
- c. Creación de firmas espectrales mediante el comando *create signatures*.
- d. Aplicación de la CS utilizando el comando de *maximum likelihood*.

A partir de las clases obtenidas, se realizó el siguiente procedimiento para cuantificar las áreas por clase y diseñar su presentación:

- a) Conversión de la clasificación correspondiente a cada año de formato raster a polígono, ejecutando la herramienta de *raster to shapefile*.
- b) A partir del archivo vector que creado se procedió a aplicar una herramienta de generalización, ya que, de otro modo se trabajaría con un gran número de áreas por clase, como se pudo visualizar en la tabla de atributos, complicando el cálculo del área total para cada categoría definida. Se efectuó la herramienta *dissolve*, reagrupando los datos que pertenecen a una clase en una sola área, respectivamente, para cada una de las diez clases de cobertura finales.
- c) Reproyectamos las imágenes que se encuentran en la referencia espacial WGS84 19N a coordenadas geográficas WGS84 con la opción de *projections and transformations* de las herramientas de *Data management tools*, como resultado se obtuvieron las clases en formato shapefile (*.shp).
- d) En la ventana de propiedades, procedemos al diseño del mismo, determinando y asignado las tonalidades o colores más convenientes y que a la vez nos permitan diferenciar sin dificultad las categorías finales.

Con la finalidad de obtener resultados más finos y comparar métodos la CS también se realizó utilizando el software ENVI, para el año 2015.

El software ENVI posee algunas características que pueden mejorar la clasificación como la captura más precisa de la firma espectral permitiendo recalcular la separabilidad entre categorías definidas y modificar conjuntamente las áreas de

entrenamiento según sea la necesidad. El incremento de las diferencias espectrales entre los usos de suelo puede generar un resultado más detallado del hábitat y paisaje.

El proceso se inicia con la calibración de la imagen según el nivel digital que es dependiente del sensor remoto, en este caso Landsat, posteriormente, se realizó el siguiente procedimiento:

- a) Corrección atmosférica debido a la cantidad de nubosidad presente en las inmediaciones del área de estudio, lo cual, responde a la denominación de “ruido” y puede ser nocivo al momento de realizar una clasificación.
- b) Seguidamente se procedió a medir la separabilidad de las muestras de ADE, en este caso denominadas ROI. La cantidad de muestras se recalculó numerosas veces hasta encontrar los valores adecuados de diferenciación entre clases de cobertura.
- c) A continuación se escogió el algoritmo de *spectral angle mapper* para realizar la CS por su precisión obteniendo como resultado imágenes de reglas. De acuerdo a este producto se verificaron los umbrales entre los cuales se determinó la presencia de un tipo de uso específico que deriva en el resultado final.

Durante la realización del procesamiento de las imágenes satelitales es importante resaltar que se efectuaron dos tipos de análisis en conjunto: el análisis o tratamiento digital y el análisis visual de cada escena y de imágenes de alta resolución de Google Earth como apoyo, para discernir de forma correcta las coberturas de suelo., ambos análisis complementarios son necesarios para obtener una clasificación óptima.

Finalmente, se realizó el procedimiento de corrección en ArcGIS 10.1 mediante la herramienta *Eliminate* ubicada en la sección de *Generalization* en *Data management tools*. De este modo, se disolvieron en la matriz los polígonos no significativos con un área menor a 0.1 m^2 .

La pérdida de la cubierta vegetal ocasionaría consecuencias graves para los ecosistemas que albergan, como degradación y fragmentación de los hábitats, paulatina infertilidad del suelo y liberación de CO_2 , lo que contribuirá a la agudización de los efectos del cambio climático (FAO, 2007).

CAPÍTULO 4

ESTUDIO DE CASO

El capítulo documenta y desarrolla la caracterización físico - geográfica, biológica y socioeconómica del área de interés, y las dimensiones espacial y ecológica del objeto de estudio, incorporando un apartado enfocado en el estado de protección del área de estudio y el componente evaluado del estatus de riesgo de las especies de investigación.

4.1 OBJETO DE ESTUDIO

4.1.1 Contexto Taxonómico y Geográfico actual

El objeto de estudio está compuesto por tres organismos terrestres endémicos del Perú. A continuación se presenta la información taxonómica para cada especie de acuerdo a la clasificación taxonómica de Whitaker (1969).

TABLA N° 4.1. Especies seleccionadas.

Nombre científico	Endémico del Perú	Clasificación taxonómica			IUCN lista roja
		Clase	Orden	Familia	
<i>Phyllodactylus interandinus</i>	Si	Reptilia	Squamata	Gekkonidae	Least concern (LC)
<i>Bachia intermedia</i>	Si	Reptilia	Squamata	Teiidae	-
<i>Stenocercus huancabambae</i>	Si	Reptilia	Saurio	Iguanidae	-

Fuente: Elaboración propia.

A nivel taxonómico, los organismos evaluados se agrupan en dos órdenes que difieren entre sí y pertenecen a tres distintas familias al interior de la clase reptilia; en función a ello, se reconocen como tres especies diferentes de reptiles terrestres. Sin bien sólo la especie de la familia *Gekkonidae* se encuentra bajo énfasis de la Lista roja de especies en peligro de extinción (IUCN), la totalidad de las especies presentan condición de endemismo, aquello implica que ocurren y se desarrollan exclusivamente en el territorio peruano.

A nivel geográfico - espacial, la especie *Phyllodactylus interandinus* se localiza en los departamentos de Cajamarca y Amazonas, a nivel local se restringe a los valles de los ríos Chinchipe, Marañón y Utcubamba; el rango altitudinal de distribución de la especie aún es impreciso (Dixon y Huey, 1970).

El ámbito espacial de la especie *Bachia intermedia* se circunscribe al departamento de Cajamarca, se han citado las localidades de Perico, Bellavista (Noble, 1921) y los valles de los ríos Chinchipe y Marañón; sin embargo, la literatura no provee información del umbral altitudinal de tolerancia (Dixon, 1973).

La especie *Stenocercus huancabambae*, se distribuye espacialmente en los departamentos de Amazonas y Cajamarca, en las localidades de San José, Bagua Grande (Cadle, 1991) y en los valles superiores del río Marañón entre los 200 m.s.n.m. y los 920 m.s.n.m. (Torres, 2007); sin embargo, según Cadle (1991) podría localizarse en altitudes hasta los 1000 m.s.n.m.

4.1.2 Nicho climático, hábitat y biología

La especie *B. intermedia* cuyo nombre común es Bachia de Noble, fue descubierta en 1921 por G.K. Noble y se encuentra dentro de la denominación microteidae. El hábitat del género *Bachia* sp. abarca zonas semiáridas, tropicales y subtropicales de suelo franco arenoso; en relación a ello, el hábitat de la especie *B. intermedia* se describe como áreas subtropicales con acumulaciones de hojarasca, similar a las inmediaciones del río Marañón. Se incluyen pendientes y estribaciones en condiciones ligeramente húmedas o secas a lo largo de valles fluviales, del mismo modo, especímenes de la especie han sido colectados en áreas de vegetación xerófita de cactáceas (Dixon, 1973).

FIGURA N° 4.1. Holotipo de *B. intermedia*



Fuente: Museum of Comparative Zoology, Harvard University

Las especies del género *Bachia* se caracterizan por su cuerpo elongado y extremidades posteriores alejadas de su centro. *B. intermedia* presenta una medida longitudinal alrededor de 67 mm (Teixeira et al., 2013), y se distingue por presentar un patrón de escamas cuadrangular y yuxtapuesto en el área ventral de su cuerpo; y, un patrón hexagonal, suave e imbricado en el área corporal dorsal y lateral. A diferencia

del *P. interandinus*, las hembras de *B. intermedia* depositan dos huevos por nidada, aproximadamente, en los meses de noviembre, diciembre y enero (Dixon, 1973).

TABLA N° 4.2 Características morfológicas de la especie *B. intermedia*

Tamaño (mm.)	Interparietal	Superciliares	Extremidad delantera/posterior	Anillos en el cuerpo	Escamas alrededor del cuerpo
67	ausente	2 – 3	3 dedos/ 2 dedos	46 – 51	28–35

Fuente: Burt y Burt, 1931; Texeira et al., 2013

La especie *P. interandinus* es una de las 11 especies del género *Phyllodactylus* reconocidas en el Perú (Venegas et al., 2008), conocida comúnmente como Gecko de los Andes (WWF, 2006) fue descubierta en 1970 por Dixon y Huey. Es una especie propia de ecosistemas terrestres, su hábitat se restringe al bosque seco caducifolio siendo abundante en valles fluviales (Aguilar, 2010) y matorrales espinosos.

FIGURA N° 4.2. *P. interandinus* en reposo



Fuente: Tony Gamble, 2003-2013.

Es importante mencionar que el género *Phyllodactylus* presenta un grado de especialización a nivel de micro - hábitat. *P. interandinus* posee una distribución irregular a nivel de hábitat, los registros indican áreas de laderas y valles al este del río Marañón en la región Amazonas. La documentación sugiere que su nicho climático se traslapa con el propio de la especie *Phyllodactylus reissi*, especie del mismo género y de mayor abundancia en el área mencionada (Dixon y Huey, 1970).

Las especies *P. interandinus* y *P. reissi* habitan valles interandinos secos, diferenciándose ecológicamente de las otras especies del mismo género cuyo hábitat son las llanuras costeras (Venegas et al., 2008). Los estudios de Duellman y Wild (1993) señalan que la especie *P. reissi* es simpátrica con la especie endémica *P.*

interandinus en cuatro áreas definidas: en la localidad de Bagua, en los alrededores de la depresión de Huancabamba, en la zona baja de la cuenca del río Marañón, en la confluencia de los ríos Marañón, Chinchipe y Utcubamba y al norte de la localidad de Balsas, aproximadamente entre unos 120 – 150 km. Debido a ello, se señala una competencia potencial entre el *P. interandinus* y el *P. reissi* a nivel espacial aunque no a nivel de alimentación, esta posible relación de competencia por el territorio se sustenta en que se han encontrado áreas de vegetación similar con mayor abundancia de la especie *P. reissi* (Dixon y Huey, 1970).

P. interandinus es una especie terrestre que se desplaza a nivel del suelo sin ascender a estratos más altos. Los individuos del género se distinguen “debido a la forma de las laminillas de terminal de sus dedos de los pies, caracterizados por tener las falanges distales simétricamente dilatados con dos placas terminales ventrales” (Venegas et al., 2008: 386). Es una especie con un promedio de 40,1 mm de longitud, en donde la sección de la cola abarca entre el 44% - 55% del individuo. La hembra pone un huevo por nidada que, posteriormente, es incubado bajo material en descomposición (Dixon y Huey, 1970).

TABLA N° 4.3. Características morfológicas de la especie *P. interandinus*

Tamaño (mm)	Tubérculos dorsales	Filas de tubérculos dorsales	laminillas del 4 ^{to} dedo	Almohadillas digitales terminales	Placa abdominal
47	triedro	> 10	10 – 12	grandes	no

Fuente: Venegas et al., 2008

El género *Stenocercus* se distingue como uno de los grupos de reptiles mejor representados de los Andes agrupando 61 especies distribuidas en Sudamérica ocupando mayoritariamente altitudes entre 0 m.s.n.m. – 4000 msnm (Torres, 2007). En el Perú se presentan 33 especies, constituyendo un territorio de alta diversidad para el género al albergar más de la mitad de las especies identificadas hasta la actualidad (Venegas et al., 2010). En este contexto, la especie *S. huancabambae*, fue identificada por J.E Cadle en 1991, actualmente se le conoce comúnmente como iguana de Huancabamba.

Es importante mencionar que las especies de *Stenocercus* presentan gran estratificación altitudinal. Si bien el género abarca una gran variedad de hábitats, incluyendo bosques secos, bosques húmedos, regiones de puna y páramo (Torres, 2009).

FIGURA N° 4.3. *S. huancabambae* en Bagua

Fuente: Maik Dobiey, 2009

La distribución geográfica de *S. huancabambae* comprende el norte del país, a nivel más específico, el área correspondiente a la depresión de Huancabamba, región de elevada diversidad para el género, y los valles interandinos del río Marañón incluyendo sus afluentes, ocupando también parte de la vertiente amazónica (Cadle, 1991). Dixon y Wright, (1975) sugieren que la especie podría ser simpátrica con la especie *Tropidurus stolzmanni* respecto a su rango; sin embargo aún persiste un déficit de investigación sobre este aspecto.

TABLA N° 4.4. Características morfológicas de la especie *S. huancabambae*

Tamaño (mm.)	Internasales	Filas de Supraoculares	Ventrales	Cola	Escamas
95 – 75	5 – 6	1 fila, amplios y grandes	quelados	comprimida grande	Amplias y queladas. Difieren en la zona: posterior (cabeza), parietal, interparietal y postparietal.

Fuente: Cadle, 1991

La especie *S. huancabambae* presenta fuerte dimorfismo sexual expresado en el color y en algunos patrones de forma. Su tamaño es de aproximadamente 95 mm de longitud corporal en machos y en hembras 75 mm, por lo cual, se le considera como una especie de gran tamaño; la cola es comprimida en el caso de los machos y redondeada en el caso de las hembras (Cadle, 1991). El nicho climático de esta especie está delimitado por un clima entre moderadamente templado y tropical, con mayor presencia de lluvias (WWF, 2006).

De acuerdo a la clasificación propuesta por la WWF (2006), las especies *P. interandinus* y *B. intermedia* comparten las misma ecorregión y el mismo bioma al

interior de la ecozona denominada Neotropical. *S. huancabambae*, también comparte el ambiente de las especies anteriormente señaladas, aunque su hábitat se extiende, además, a las yungas peruanas pertenecientes a un bioma distinto; en este caso la clasificación de la WWF no coincide con las referencias bibliográficas recopiladas en donde el hábitat se circunscribe a los bosques secos del Maraón. Cabe resaltar que en los tres casos se evidencian los hábitats sumamente restringidos.

Se infiere que el nicho climático de las especies *P. interandinus* y *B. intermedia* corresponde a un clima predominantemente seco en donde se pueden distinguir escasas precipitaciones.

TABLA N° 4.5. Clasificación del hábitat: *P. interandinus*, *B. intermedia* y *S. huancabambae*

Especie	Vegetación		Ecorregión	
	Bosques secos latifoliados tropicales y subtropicales	Bosques húmedos latifoliados tropicales y subtropicales	Bosque seco del Maraón	Yungas peruanas
<i>P. interandinus</i>	X		X	
<i>B. intermedia</i>	X		X	
<i>S. huancabambae</i>	X	X	X	X

Fuente: WWF (2006)

4.1.3 Amenazas, vulnerabilidad y estado de Conservación

De acuerdo a la UICN no se conocen medidas de conservación que se estén dando in situ o que se necesiten para cada una de las especies seleccionadas, del mismo modo no se poseen registros de amenazas específicas y actuales. Sin embargo, podemos afirmar que *P. interandinus* está considerado por la Lista Roja de la UICN pero no se encuentra dentro de la lista nacional de especies amenazadas, asimismo, no hay información disponible sobre la población de esta especie (Aguilar, 2010), aquello constituiría una de las principales amenazas. En el caso de la especie *B. intermedia*, los vacíos de información y registros son numerosos, además, no se dispone de información poblacional al igual que en el caso del *P. interandinus*. Las colectas de especímenes de estas especies se han mantenido limitadas al igual que su investigación en América del Sur (Venegas et al., 2008).

La vulnerabilidad de las especies también se ve incrementada por el estado y tamaño de su hábitat. En este caso, el bosque seco del Maraón ha sido afectado por la

agricultura permanentemente, las amenazas principales son la ganadería y la explotación forestal (WWF, 2006). Adicionalmente, en base al Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado, no se encontró convergencia significativa entre las especies evaluadas y las áreas de conservación en ninguno de los tres casos, lo que indica un estado de conservación prácticamente nulo.

4.2 ÁREA DE ESTUDIO

Para efectos de la presente investigación se seleccionó el área de convergencia de las tres especies: *Phyllodactylus interandinus*, *Bachia intermedia* y *Stenocercus huancabambae*, bajo el criterio de mayor concentración de registros. El área de estudio está conformada por los distritos de Bellavista y El Milagro pertenecientes a los departamentos de Cajamarca y Amazonas, respectivamente.

4.2.1 Caracterización Físico-Geográfica

En la Tabla N° 4.6 y en la Tabla N° 4.7 se esquematiza la ubicación y características principales del área de estudio conformada por los distritos de Bellavista y El Milagro.

TABLA N° 4.6. Características generales del área de estudio

Departamento	Provincia	Distrito	Creación	Coordenadas	Extensión territorial
Amazonas	Uctubamba	El Milagro	Ley N° 23843 30/05/1984	05°38'04" S 78°33'39" O	308.60 km²
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Enero de 1887	05°39'39" S, 78°40'30" O	870.55 km²

Fuente: CICAP y Municipalidad Provincial de Uctubamba, 2004

De acuerdo a la información cartográfica se identificaron 132 centros poblados localizados en las inmediaciones de las capitales provinciales Jaén y Bagua, lo cual involucra vínculos espaciales.

En la hidrografía se destaca la presencia del río Marañón como cuerpo de agua principal en ambos distritos. El río Marañón nace en la laguna de Lauricocha del departamento de Huánuco a 3838 m.s.n.m. ingresando a la provincia de Jaén a la altura de la localidad de Bellavista desempeñándose como límite natural con el distrito de El Milagro fluye en un tramo de 180 km hasta el río Imaza o Chiriaco en la provincia de Bagua, Amazonas. La red hidrográfica del distrito de Bellavista pertenece al sistema hidrográfico del río Amazonas que desemboca también en el río Marañón (Municipalidad Provincial de Jaén, 2004).

MAPA N° 4.1. Área de estudio

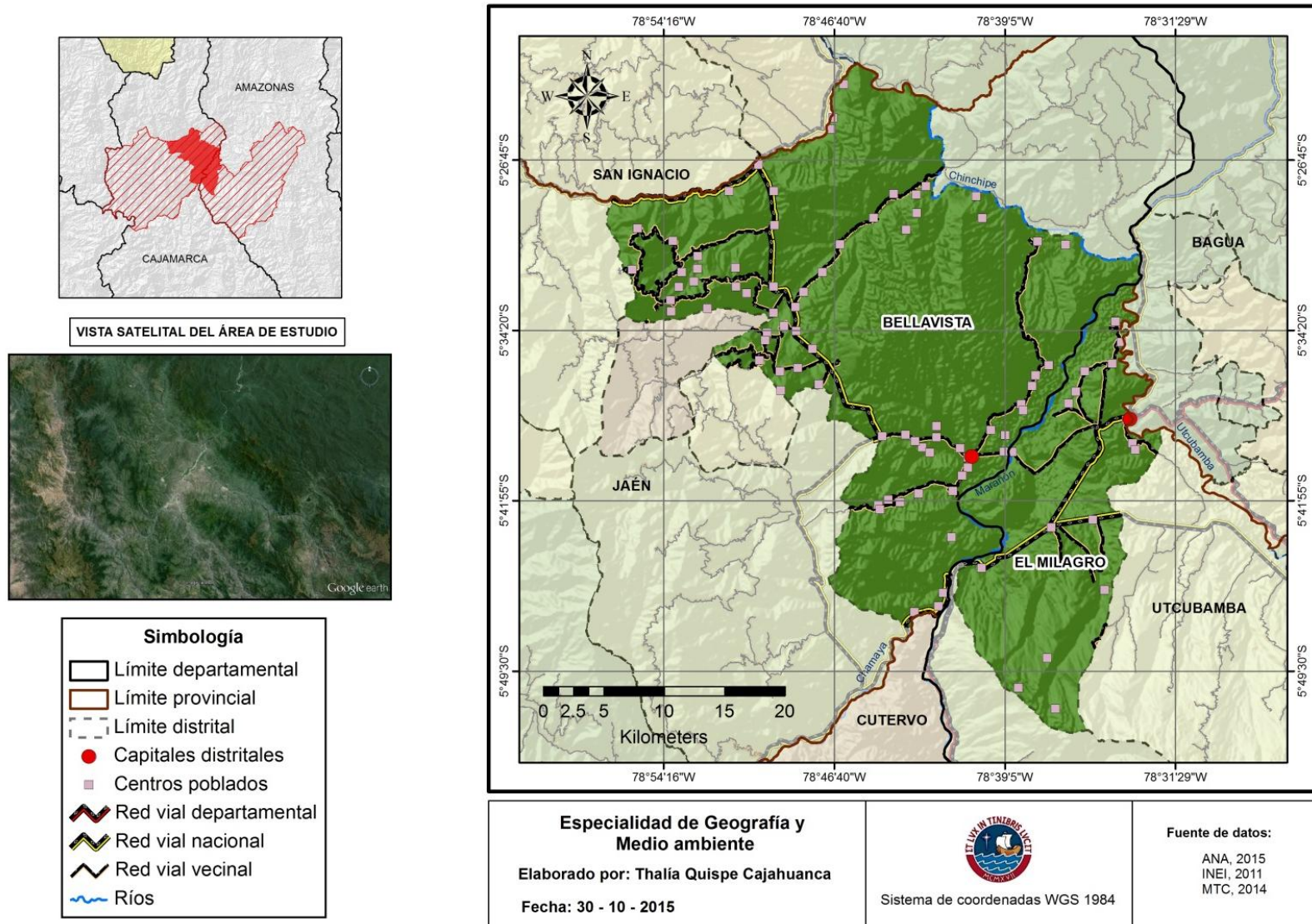


TABLA N° 4.7. Límites del área de estudio

Distrito	Descripción
El Milagro	Limita por el norte con el distrito de Bagua, al este con el distrito de Bagua Grande, al sur con el distrito de Cumba y al oeste con el distrito de Bellavista.
Bellavista	Limita por el norte con los distritos de Santa Rosa y Huarango (al noroeste con los distritos de Chirinos y La Coipa), al este con el distrito de El Milagro, al sur con los distritos de Huabal, Las Pirias y Jaén, y al oeste con el distrito de San José del Alto.

Fuente: Elaboración propia

Un afluente considerable es el río Utcubamba, cuya cuenca constituye el más importante eje de ocupación humana de Amazonas; nace en la cordillera de Pagrapagra, específicamente en la laguna de Sierpe cerca del poblado de Atuen. El río desemboca en el río Maraón cerca del poblado de Aserillo formando el Pongo Rentema, conjuntamente con el río Chinchipe. El río Chinchipe y el río Chamaya también representan un importante volumen hídrico; el río Chamaya se origina por la confluencia de los ríos Huancabamba y Huallabamba, ubicado al sur del área de estudio, presenta un curso sinuoso con un cauce de pendiente moderada. Otro río menor considerable a nivel local es la quebrada Jaén, la cual, vierte sus aguas en el río Maraón a la altura de la localidad de Bellavista (INGEMMET, 1995). La presencia de importantes afluentes sustenta, a su vez, la proliferación de cultivos y el asentamiento de la población en zonas aledañas a los cauces respectivos por acceso al recurso hídrico.

Respecto a la infraestructura, la construcción de la carretera marginal de la selva es esencial pues ha permitido la articulación con San Martín y áreas costeras. A pesar de la presencia de la red departamental, los alcances de la red nacional aún son insuficientes, cabe mencionar que sólo la red nacional cubre nuestra área de estudio (Gobierno Regional de Amazonas, 2010).

De acuerdo a los boletines geológicos N° 62 y N° 57 serie A, emitidos por INGEMMET que describen la geología y fisiografía de las hojas 12f - 11f, cuadrángulos que conciernen a los distritos evaluados, el área de estudio se emplaza en el sector septentrional del Perú, en el área interandina al éste de la cordillera Occidental. Presenta elevaciones menores a los 1000 m.s.n.m siendo el punto más bajo el cauce del río Maraón a 300 m.s.n.m. coincidiendo con la región natural de selva alta (Pulgar Vidal, 1981). El valle del río Maraón exhibe un perfil asimétrico, con laderas de baja pendiente que se amplían a partir de Bellavista en dirección al pongo de Rentema y flancos disectados por quebradas que dan origen a conos de material clástico grueso.

MAPA N° 4.2. Geología del área de estudio

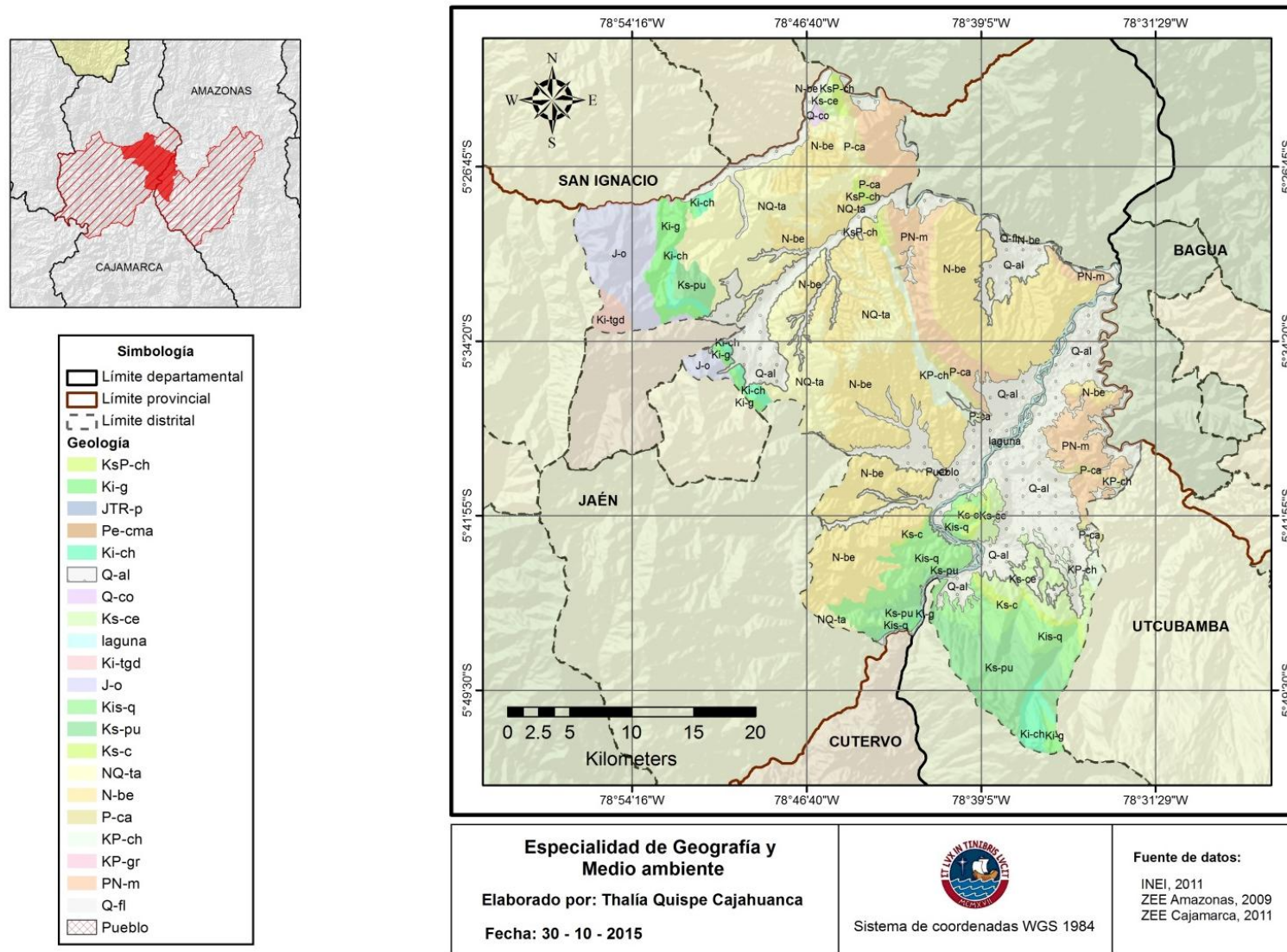


TABLA N° 4.8: Unidades estratigráficas del área de estudio

Era	Sistema	Serie	Unidad estratigráfica	Descripción litológica
Cenozoica	Cuaternario	Holoceno	Depósitos coluviales y fluviales	
		Pleistoceno	Formación Tamborapa	Conglomerados de roca intrusiva volcánica y sedimentaria en una matriz fina limo-arenosa, en estado poco consolidado. Areniscas y limoarcillitas abigarradas.
	Neógeno	Plioceno		
		Mioceno	Formación Bellavista	Areniscas, limolitas y limoarcillitas de coloración parda, amarillenta o grisácea intercaladas con areniscas y conglomerados aluviales.
	Paleógeno		Formación El Milagro	Limoarcillitas y areniscas de coloraciones grises o rojizas intercalados con conglomerados finos.
		Oligocena		
		Eocena	Formación Cajaruro	Se identifica por su tonalidad clara y blanquecina, presenta limoarcillitas y areniscas con coloración clara, amarillenta, blanca y/o gris.
		Paleocena		
Mesozoica	Cretáceo		Formación Chota	Margas, limoarcillitas rojas, areniscas y micrconglomerados.
			Formación. Celendín	Margas, areniscas calcáreas y calizas intercaladas con calizas nodulares.
			Formación Cajamarca	Calizas finas y claras de estratos gruesos resistentes a la erosión.
		Superior	Grupo Quilquiñan	Lutitas de coloración azulado y/o verdoso con margas y calizas amarillentas o beige
			Grupo Pulluicana	Calizas meteorizadas cremas claros con tendencia a colores grisáceos, margas y limoarcillitas grises, cremas y/o verdosas
		Inferior	Formación Chulec	Calizas arenosas y areniscas calcáreas de tonos parduzcos y beige.
			Grupo Goyllarisquizga	Limolitas, lutitas grises y/o verdosas, areniscas cuarzosas blanquecinas o gris claro. Lentes de carbón con lutitas grises o limolitas rojizas.
	Jurásico	Medio	Formación Oyotun	Formación volcánica sedimentaria con clastos andesíticos, areniscas, limolitas y tobas
		Inferior		

Fuente: INGEMMET, 1995 - 1996

La fisiografía del área de estudio se caracteriza por acumulación aluvial de la red hidrológica que discurre a lo largo de las líneas fronterizas y valles, formando llanuras con afloramientos rocosos que constituyen aproximadamente 33% del área de interés. Se distinguen geoformas de lomadas y cerros bajos que limitan con cerros y colinas del flanco cordillerano de topografía abrupta hacia el occidente, principalmente en el

distrito de Bellavista. También es observable en los márgenes del río Utcubamba adyacentes al distrito de El Milagro; sin embargo el relieve en El Milagro es más homogéneo, con áreas llanas y ondulaciones suaves.

Debido a ello, morfológicamente se distingue el patrón de hollada o áreas de relieve suave circundadas por elevaciones. Estas condiciones han favorecido con el tiempo los procesos de especiación y endemismo, constituyendo una de las regiones del país con el más alto índice de endemismos (Brack y Mendiola, 2002).

La cobertura geológica es más diversificada, como unidades litoestratigráficas predomina la formación Bellavista abarcando aproximadamente 47.8% del área de estudio, algunas localidades resaltantes donde está presente son los sectores de Tomependa y La Guayaba. La formación Tamborapa se distingue en una proporción menor (16.7%) formando colinas suaves de tonalidad beige, se presenta en el distrito de Bellavista, mayoritariamente en dirección noroeste, algunas localidades de referencia donde se observa son los sectores de Shumba y Santa Cruz. La formación El Milagro comprende 10.8% del área de estudio y se sitúa en la zona noreste en las inmediaciones del cuartel “El Milagro”.

FIGURA N° 4.4. Bosque seco y Formación El Milagro



Fuente: Elaboración propia

Con coberturas menores a 10% se identificaron las siguientes unidades: el grupo Pulluicana, el grupo Quilquiñan, La formación Oyotun, La formación Celendín, el grupo Goyllarisquiza, la formación Chota, la formación Chulec, la formación Cajaruro y la formación Cajamarca. Se observaron escasos y dispersos depósitos coluviales detríticos y fluviales de arenas gravosas; debido a ello, resultan poco representativos en el área de estudio, es probable que sean propios de zonas aledañas al área de interés.

Para elaborar la caracterización climática del área de estudio se obtuvo información de dos estaciones de tipo convencional – meteorológica con características particulares, durante un periodo de tiempo de 10 años para medir el estado de las variables meteorológicas de temperatura, precipitación, humedad r y vientos.

Los datos climáticos han sido adquiridos del SENAMHI en el año 2015, las estaciones meteorológicas han sido escogidas en función de su ubicación y cercanía a los distritos de estudio, Bellavista y el Milagro, con la finalidad de distinguir y describir adecuadamente el clima actual de nuestra zona de estudio.

TABLA N° 4.9. Información de las estaciones meteorológicas del SENAMHI.

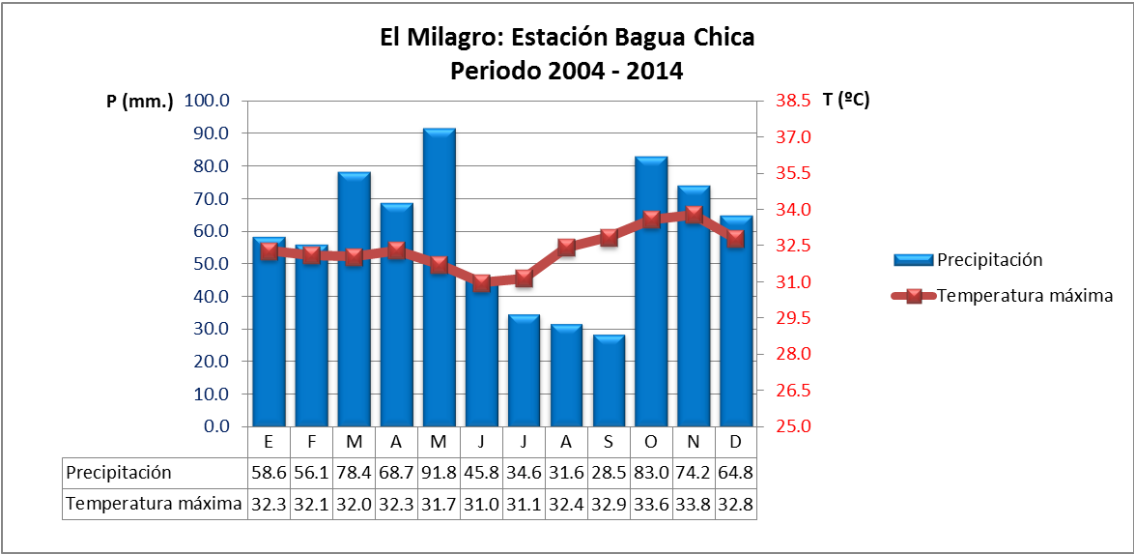
Estación	Ubicación geográfica	Localización administrativa	Parámetros	Periodo
000253 Bagua Chica	78° 32' 00" W 05° 39' 00" S 410 m.s.n.m.	Amazonas Uctubamba El Milagro	Temperatura máxima Temperatura mínima Precipitación Humedad relativa Vientos	2004 – 2014
000252 Jaén	78° 46' 00" W 05° 40' 00" S 632 m.s.n.m	Cajamarca Jaén Jaén	Temperatura máxima Temperatura mínima Precipitación Humedad relativa Vientos	2004 – 2014

Fuente: Elaboración propia y SENAMHI, 2015

Respecto a la información termométrica en el periodo 2004 - 2014, El Milagro presenta temperaturas medias mensuales que oscilan entre los 26 °C - 27 °C. En la relación fauna – temperatura, las máximas y mínimas son fundamentales debido a que las especies son sumamente vulnerables a temperaturas extremas.

Las temperaturas medias de las máximas mensuales están comprendidas entre los 31.0 °C y los 33.8 °C. De esta manera se sustrae que el periodo más cálido se encuentra en el trimestre octubre – diciembre con noviembre como el mes más cálido.

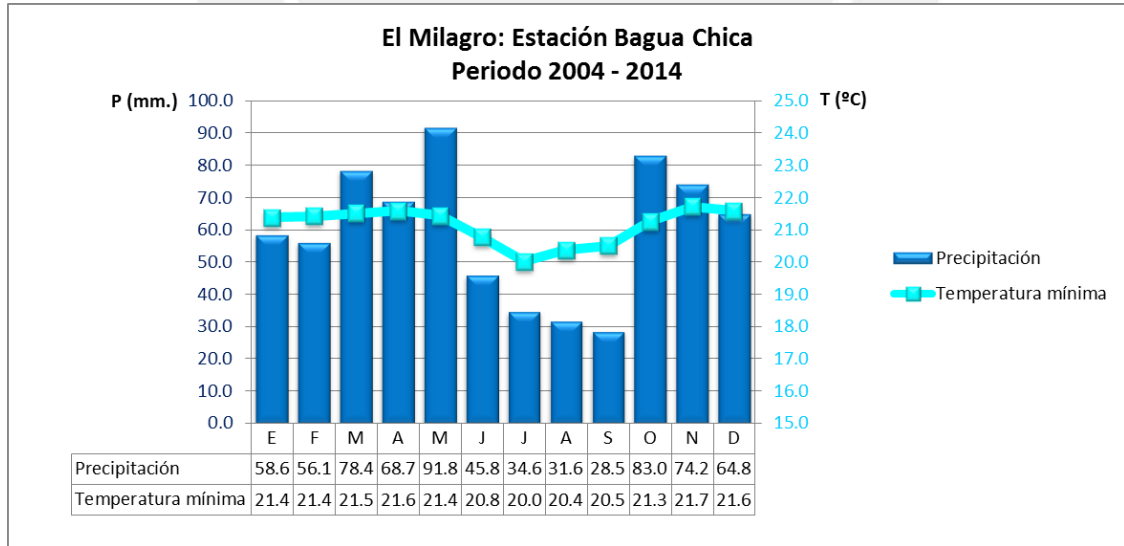
FIGURA N° 4.5 Climograma de temperatura máxima y precipitación, estación Bagua Chica, periodo 2004 - 2014.



Fuente: Elaboración propia y SENAMHI, 2015

En el caso de las temperaturas medias de las mínimas mensuales oscilan entre 20.0 °C y 21.7 °C. El periodo más frío se ubica en el trimestre julio - setiembre, siendo julio el mes más frío.

FIGURA N° 4.6. Climograma de temperatura mínima y precipitación, estación Bagua Chica, periodo 2004 - 2014.



Fuente: Elaboración propia y SENAMHI, 2015

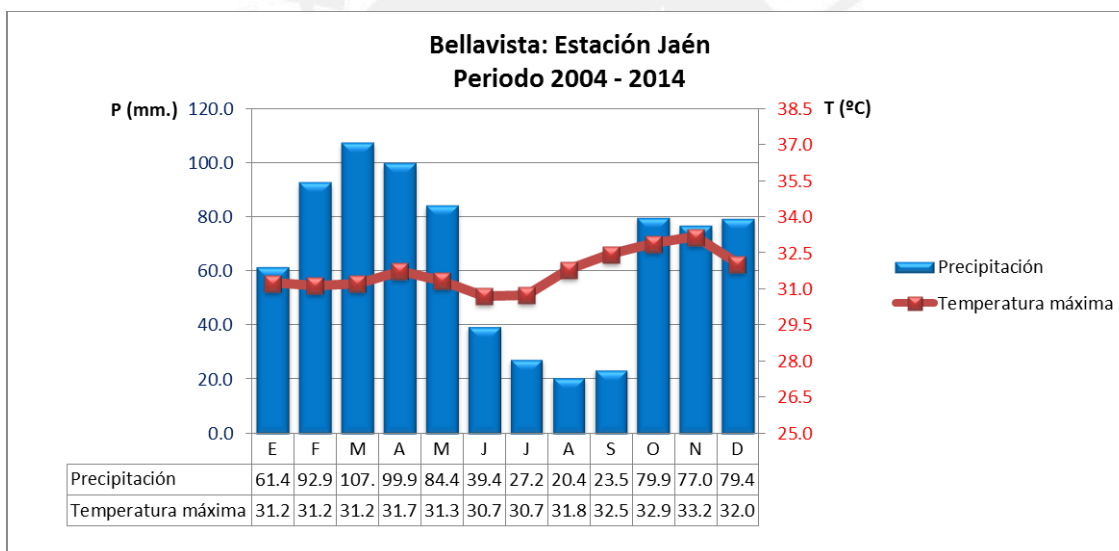
Las precipitaciones en El Milagro abarcan entre los 28.5 mm hasta los 91.8 mm medias anuales en el periodo estudiado siendo el 2010 el año más seco y el 2014 el año más húmedo. La distribución de las precipitaciones muestra un máximo pluviométrico en los meses de marzo - abril - mayo y octubre - noviembre - diciembre por encima de los 64 mm, caracterizando la época lluviosa en el distrito de El Milagro

con mayo como el mes más húmedo. En contraste, el mínimo se muestra durante los meses de julio hasta setiembre, caracterizando un periodo seco pronunciado donde las precipitaciones no superan los 46 mm, donde se destaca setiembre como el mes más seco. Las precipitaciones son fundamentalmente en otoño (33.4%) y primavera (31%), descendiendo bastante en invierno (19.6%).

La estación de Jaén, relativa al sector Bellavista, presenta temperaturas medias mensuales alrededor de los 25 °C - 26 °C.

Las temperaturas medias mensuales de las máximas oscilan entre los 30.7 °C y los 33.2 °C., distinguiéndose el mes de noviembre como el más cálido. Las temperaturas medias mensuales de las mínimas están comprendidas entre los 20.0 °C y los 21.1 °C pudiendo discernir el mes julio como el más frío.

FIGURA N° 4.7. Climograma de temperatura máxima y precipitación, estación Jaén, periodo 2004 – 2014.



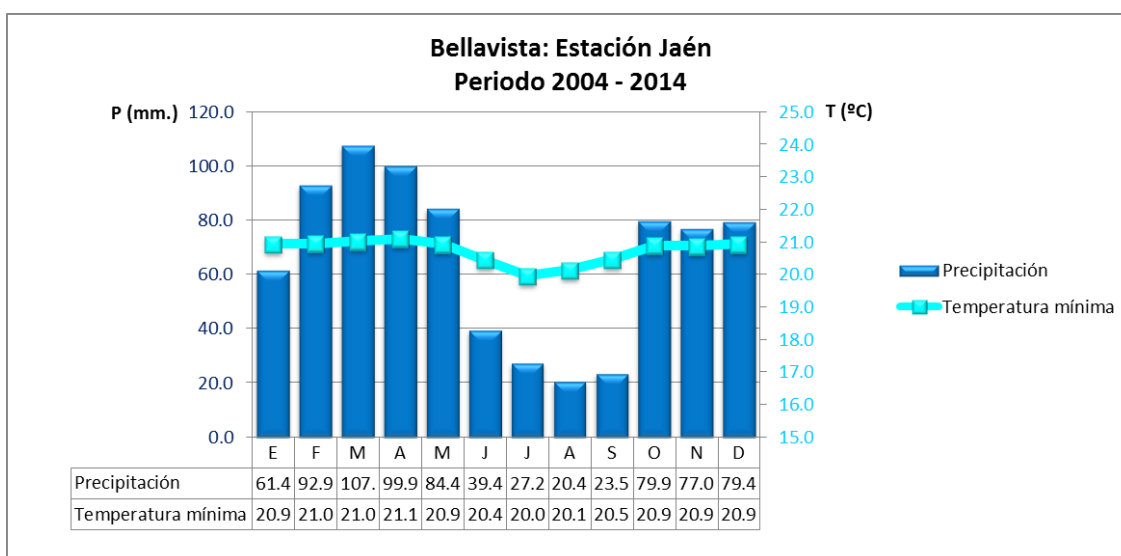
Fuente: Elaboración propia y SENAMHI, 2015

En relación a ello, el periodo más cálido engloba los tres meses de setiembre - octubre - noviembre y el periodo más frío se desarrolla en los tres meses de junio - julio - agosto.

La precipitación en Bellavista fluctúa entre los 50.9 mm hasta los 85.8 mm medias anuales en el periodo estudiado siendo el 2004 el año más seco y el 2014 el año más húmedo. Según el régimen de precipitaciones se presenta el rasgo climático de cuatro meses de déficit y siete meses de incremento pluvial, siendo los meses de los periodos febrero – mayo y octubre – diciembre los de mayor precipitación y los meses del periodo junio - setiembre los de menor precipitación. De acuerdo a las observaciones en el sector Bellavista también es perceptible un periodo seco

destacado con precipitaciones inferiores a los 39.4 mm con agosto como el mes más seco y una época lluviosa que alcanza los 107.7 mm con marzo como el mes más húmedo. Las precipitaciones son fundamentalmente en otoño (48.5%) y primavera (29.8%), descendiendo bastante en invierno (13.9%).

FIGURA N° 4.8. Climograma de temperatura mínima y precipitación, estación Jaén, periodo 2004 – 2014.



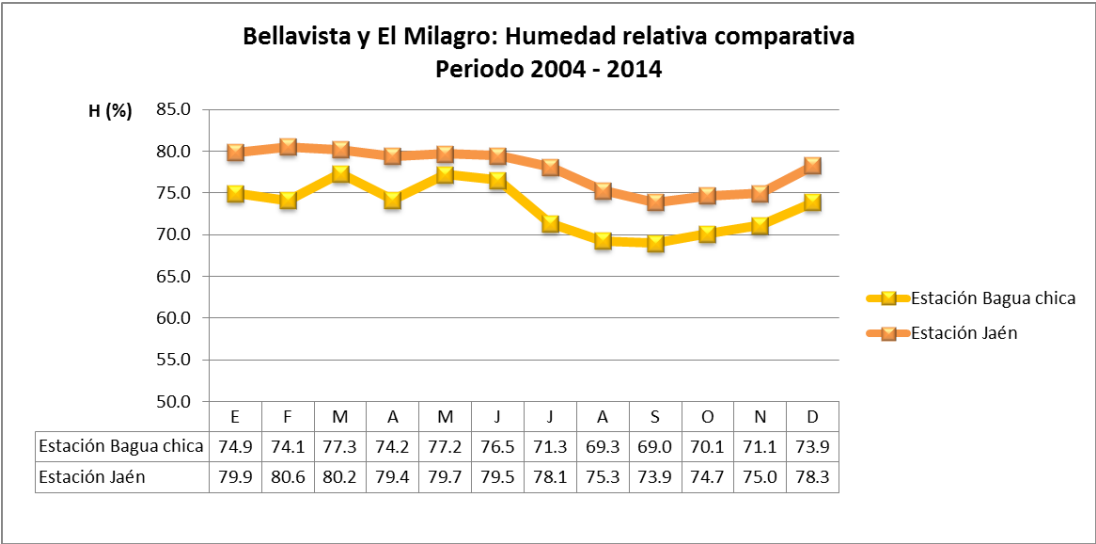
Fuente: Elaboración propia y SENAMHI, 2015

La humedad relativa media anual en el Milagro oscila entre 70.6% - 76.9%, a nivel mensual el mínimo de 69.0 % se registró en el bimestre agosto - setiembre y un máximo entre 76% - 77% en el bimestre mayo - junio, En Bellavista la medición del parámetro es de 75.5% - 82%, calculándose a nivel mensual un mínimo de 73.9% - 74.7% en el bimestre setiembre - octubre y un máximo de 80.2% - 80.6% en el bimestre febrero - marzo, la disminución de la humedad es indicador del fenómeno de evaporación y de periodos de no saturación del aire, por lo tanto coincide con los periodos secos de mayor temperatura que se registraron en las dos estaciones de control.

De acuerdo a las rosas de los vientos elaboradas para la estación Bagua Chica, en el sector El Milagro se observa que el viento sopla en una dirección muy concreta, la dirección norte, manifestando inusualmente la aparición de vientos en dirección noroeste y oeste durante el periodo 2004 - 2014. Respecto a la rosa de los vientos de la estación Jaén, en el sector Bellavista el viento de dirección suroeste es el mayoritario con variaciones muy escasas de direccionalidad hacia el noroeste, norte y sur durante el mismo periodo. Al examinar los diagramas de rosa de los vientos elaborados para ambas estaciones se distinguen lo reducidas que son las direcciones en las que sopla el viento específicamente en El Milagro. Aquello puede generarse

cuando el anemómetro que registra los datos está emplazado en un valle encajonado, donde las corrientes ventosas se manifiestan constantemente en direcciones muy específicas.

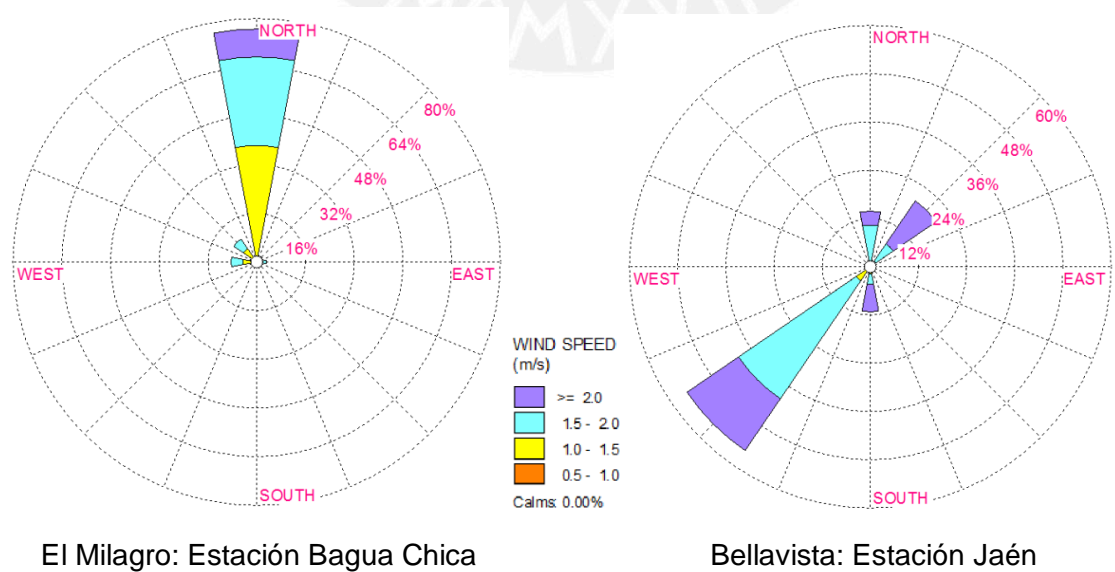
FIGURA N° 4.9. Humedad relativa de las estaciones Bagua Chica y Jaén (2004 - 2014).



Fuente: Elaboración propia y SENAMHI, 2015

Una rosa de los vientos muestra la frecuencia de ocurrencia de los vientos en cada una de las direcciones del viento proporcionadas y las clases de velocidad para tiempo y lugar específicos. En El Milagro se reconoció una dirección constante hacia el norte, direcciones alternativas considerables (<30%) se identificaron hacia el este, oeste y noroeste en igual proporción.

FIGURA N° 4.10. Diagrama de rosas de los vientos del área de estudio.



Fuente: Elaboración propia y SENAMHI, 2015

En Bellavista se identificó un patrón principal de dirección hacia el suroeste con una dirección alternativa considerable hacia noreste, también se observaron vientos en dirección norte y sur en igual proporción. En el sector el Milagro se registra la velocidad del viento predominante entre 0.7 - 2.5 m/s., en Bellavista se presentan mayores velocidades de viento alrededor entre 0.9 - 2.9 m/s., en el área de estudio en conjunto se han identificado 0% de calmas o velocidades nulas. Es importante señalar que en los valles rodeados por pendientes colinosas también suele producirse una desaceleración del viento, aquello explica una velocidad total que no supera los 3 m/s en ambas estaciones; de este modo, la caracterización del viento aportó a comprender la fisiografía del área de estudio. Esta afirmación coincide con la descripción de la zona que brinda el Gobierno Regional de Cajamarca (2009) como un área ubicada a la sombra de los vientos alisios de la región amazónica por la presencia de la Cordillera Oriental. Para información sobre la dirección y velocidad media mensual revisar el Anexo N°2.

El sector El Milagro es más cálido que su contexto departamental donde se manifiestan temperaturas medias anuales entre 14.6 °C - 15.4 °C. Del mismo modo, el sector Bellavista es más cálido que su contexto provincial donde la temperatura de la provincia de Jaén oscila entre 25 °C - 26 °C (Sánchez y Vásquez, 2010) y departamental. De ello, se puede inferir que la radiación solar que logra ingresar a la superficie es alta, manifestándose en las temperaturas altas en el área de estudio, en consecuencia las máximas se registran alrededor de los 32 °C.

Las máximas temperaturas se han registrado mayoritariamente en la época lluviosa del periodo octubre - noviembre - diciembre, en contraste las mínimas temperaturas se han registrado en la época seca y de menor pluviosidad, en El Milagro y Bellavista. El comportamiento descrito indica la acentuación de las temperaturas extremas y puede evidenciar una tendencia al incremento de la temperatura en áreas secas. Un ascenso pronunciado y frecuente de la temperatura, así como las oscilaciones cada vez más raudas entre episodios extremos cálidos y fríos, acaecería grave riesgo para la fauna endémica especialmente en el área de bosque seco. Cabe resaltar que incrementos mayores a 1 °C pueden afectar severamente a las especies de límites de tolerancia estrechos.

En el contexto departamental, si bien no se obtuvieron datos para el año 2008 en el caso de Amazonas ni en el año 2003 en el caso de Cajamarca, se pudo identificar un incremento en el lapso de ocurrencia de temperaturas mínimas, mientras que en Amazonas han seguido una tendencia lineal a partir del 2005 con escasa variabilidad. Aunque la temperatura promedio no presentaba variaciones significativas, las

tendencias de las máximas y mínimas también indican el patrón común del incremento de las temperaturas máximas en ambos departamentos. Aquello debe ser contrastado con el conocimiento de que la humanidad atraviesa por un periodo cálido interglacial.

Bellavista y el Milagro presentan similar comportamiento hídrico respecto a los periodos de precipitación y en ambos sectores es clara la distinción de un periodo lluvioso y un periodo seco. La duración de la época seca coincide en ambas estaciones durante los meses de junio - julio - agosto y setiembre; y, del periodo lluvioso en los trimestres marzo - mayo y octubre - diciembre. Sin embargo, el sector de El Milagro se perfila más seco y más cálido que el sector Bellavista, aunque en el contexto departamental Amazonas presente mayor precipitación que Cajamarca por su localización geográfica en relación a la cordillera de los Andes.

En comparación con su contexto departamental la precipitación del Milagro es baja, en base a registros anuales al 2011 se observa que Amazonas mantiene un régimen entre 800 mm - 1000 mm con incrementos periódicos en los años 2002, 2007 y 2011. Sin embargo, esta diferencia y las características particulares de pluviosidad de El Milagro explican la presencia del bosque seco y las zonas de vida resultantes en el distrito. Para información sobre los parámetros climáticos de Amazonas y Cajamarca revisar el Anexo N°3.

Los valores de precipitaciones que se registraron en Bellavista están debajo del promedio de Cajamarca, sin embargo, está dentro de los rangos de su contexto provincial, ya que las precipitaciones en la provincia de Jaén oscilan entre 50 mm - 100 mm en los meses de febrero, marzo, abril, y escasean durante el periodo julio - setiembre; aunque no llegan a cero (Sánchez y Vásquez, 2010). Las temperaturas de Bellavista también se vinculan a la presencia de bosque seco interandino en su territorio.

Es importante destacar que el área de estudio mantiene una localización semi - aislada del flujo directo de aire húmedo del este a causa de la cordillera central, debido a ello y a la pendiente presenta lluvias más escasas en comparación con su contexto departamental.

En el caso de la estación Bagua Chica se observan claramente dos periodos diferentes de ventosidad, en los primeros meses del año el viento es mucho más débil que durante los meses finales, en el caso de la estación Jaén los datos indican mayor aleatoriedad. Por otro lado, aunque los dos emplazamientos permanezcan relativamente cercanos entre sí, el viento no sigue patrones de similitud siendo particulares en los sectores evaluados, la característica común es la distinción del

patrón repetitivo de una dirección predominante. Respecto a la velocidad del viento la distribución de velocidades en El Milagro permite semejanzas con las velocidades en Bellavista ya que ambas poseen velocidades dentro del intervalo total de 0.5 - 2.5 m/s. En el sector Bellavista se presenta mayor variación de direccionalidad y mayor velocidad de viento en comparación con el sector El Milagro; sin embargo, en ambos casos la velocidad del viento registrada corresponde vientos tranquilos catalogados como brisas débiles y ventolinas.

Es importante hacer una reflexión sobre el emplazamiento de las estaciones de referencia, la estación de Bagua Chica describe un área alrededor de los 410 m.s.n.m., altitud a la que se sitúa la estación meteorológica señalada, desde la cual, se ha realizado la medición de los parámetros. Mientras que la estación de Jaén corresponde a un área localizada a una altitud de 632 m.s.n.m. aquello puede influir generando algunas diferencias con respecto a los datos climatológicos recopilados.

En base a la caracterización climática realizada se destaca que la precipitación media en cada año de información en el caso de ambas estaciones meteorológicas no supera los 100 mm. Debido a ello, fitoclimáticamente, se traduce en formaciones fisionómicas de bosque seco (Gentry, 1995).

4.2.2 Caracterización ecológica

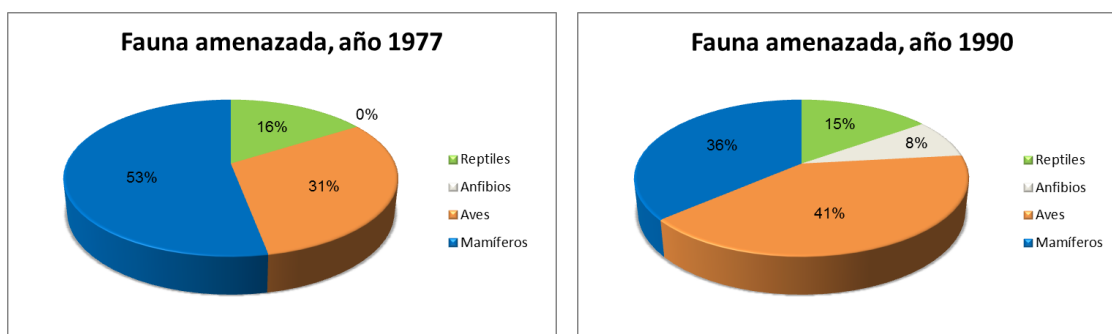
Los países megadiversos concentran alrededor de 70% de la diversidad biológica en sus territorios aunque muchos posean superficies que conforman en conjunto sólo el 10% del mundo; en este contexto se han identificado 17 países, en mayoría tropicales. La selección realizada por el Centro de Monitoreo de la Conservación del Ambiente, organismo que pertenece al Programa de las Naciones Unidas para el medio Ambiente, incluyó América Latina, colocando al Perú en el 4to lugar dentro de los países con mayor diversidad biológica a nivel mundial y dentro de los 20 países con mayor número de fauna en riesgo con 261 especies amenazadas (MINAM, 2010).

El Perú concentra el 4.6% de los reptiles a escala mundial, en base a documentación del Centro de datos para la conservación hemos podido identificar la evolución del número de especies amenazadas enfocándonos en reptiles para el periodo 1977 - 2004.

Como podemos observar en las figuras N°17 y 18 que la tendencia base se direcciona hacia el incremento de las especies en riesgo, en el caso de los reptiles se debe señalar dos premisas: en primer lugar el porcentaje de amenaza (16%) no se considera inferior debido a que es proporcional al número de reptiles que el Perú contiene del total internacional señalado anteriormente; en segundo lugar, el cambio

de 20% a 9% no constituye una disminución del riesgo en reptiles sino se debe al incremento en número de especies amenazadas en los grupos adyacentes.

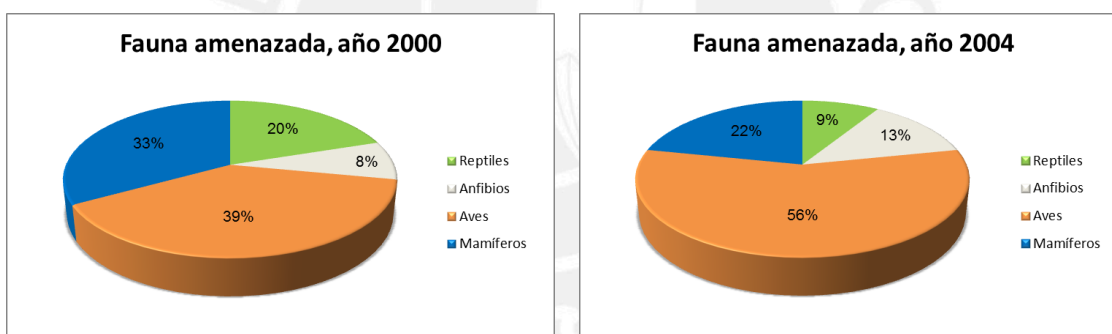
FIGURA N° 4.11. Fauna silvestre amenazada 1977 – 1990



Fuente: CDC - UNALM, 2005; SINIA - MINAM, 2010

A pesar de que el contraste entre la cantidad de reptiles y aves es significativo para el año 2004, durante el año de 1977 se encontraban en condiciones similares, con el devenir del tiempo estas divergencias entre clases son más notorias.

FIGURA N° 4.12. Fauna silvestre amenazada 2000 – 2004



Fuente: CDC - UNALM, 2005; SINIA - MINAM, 2010

El año 2000 documentó 20% de reptiles amenazados y en oposición el año 2004 fue el que registró menos porcentaje de reptiles en riesgo, incrementándose el campo de las aves. Sin embargo; aquello también se ve relacionado con el incremento sustancial de estudios ornitológicos, en contraste, existen escasos estudios sobre reptiles.

Como se puede apreciar en la Tabla N° 4.10, la transición de la clase reptilia de acuerdo a las categorías de riesgo exhibe una tendencia al incremento de registro de especies amenazadas a excepción del año 2004, fecha en que se reorganizó la clasificación reubicando a las especies incluidas en años anteriores. La categoría que más se incrementó en el periodo 1977 - 2000 fue la denominada como: situación indeterminada, aquello hace énfasis en la necesidad de estudios sobre la distribución y localización geográfica de las especies en riesgo; no es posible proceder si no se tiene bases sustantivas que apoyen las decisiones sobre fauna silvestre. Asimismo, las

especies categorizadas como raras constituyen vacíos de información, es importante observar que estas categorías fueron deseleccionadas en la lista del año 2004. La lista de reptiles en peligro al 2006 reconoce, al igual que en el 2004, a 26 especies, es decir, se ha mantenido invariable hasta la fecha señalada (CDC - UNALM, 2006).

TABLA N° 4.10. Categorización de especies de reptiles amenazados.

CATEGORÍA	1977	1990	2000	2004
REPTILES	17	25	44	26
Vías de Extinción	1	1	2	No aplica
Vulnerable	11	11	8	9
Rara	2	2	4	No aplica
Situación indeterminada	3	11	30	No aplica
En Peligro Crítico	No aplica	No aplica	No aplica	4
En Peligro	No aplica	No aplica	No aplica	10
Casi Amenazado	No aplica	No aplica	No aplica	3

Fuente: SIAMAZONÍA, INEI, SINIA - MINAM, 2010

Se debe prestar atención particular al fuerte endemismo en el territorio nacional (MINAM, 2009), de acuerdo al Diagnóstico Ambiental del Perú (Grupo de trabajo multisectorial, 2008), existen 5300 especies endémicas en peligro de extinción. En base al CDC se reportaron 297 especies de reptiles a nivel nacional en el año de 1990, las cuales, ascendieron a 360 en 1999. Durante el año 2004, 383 especies de reptiles se localizaban en nuestro país, de las cuales 109 eran endémicas, aquello nos permite comprender que su presencia es significativa. Para el año 2006 se reconocieron 387 especies de reptiles incluyendo 113 endémicos, los reptiles al 2010 han alcanzado alrededor de 400 especies y posiblemente continúen incrementándose (INEI, 2012).

A nivel departamental, la diversidad biológica de Amazonas es sumamente alta, presenta endemismos locales, vinculados a hábitats y ecosistemas especializados, definidos por las cordilleras oriental, subandina e interandina, pudiendo englobar las distribuciones altitudinales y latitudinales de diversas especies. La herpetofauna de Amazonas concentra 178 especies, es decir, el 19.7% de los anfibios y reptiles a nivel

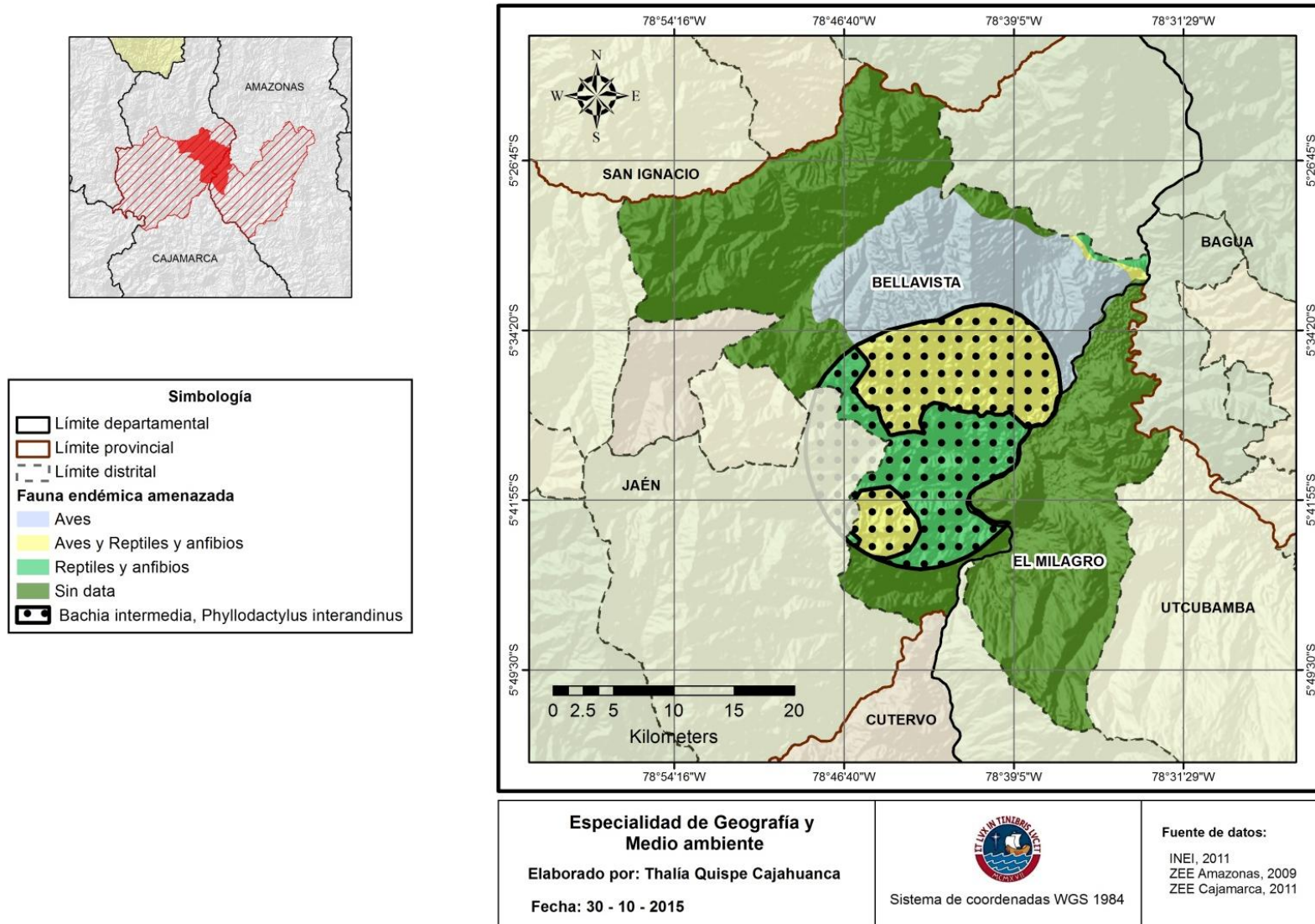
nacional. El departamento de Cajamarca, debido a su heterogeneidad altitudinal posee gran variedad de hábitats para especies adaptadas a temperaturas y ecosistemas diversos aunque no se ha documentado el detalle porcentual de las especies de reptiles respecto al porcentaje nacional.

En función a la información cartográfica regional del Mapa N° 4.4, la fauna endémica y amenazada en nuestra área de estudio ha sido distribuida en tres grupos, las Aves se presentan en 17.7% del área evaluada, están cubiertas al sur por el ACP Gotas de Agua y se extienden hasta las inmediaciones del río Chinchipe en dirección norte. El grupo que concierne sólo a reptiles y anfibios abarca el 10.7%, se distribuye al área de Santa Rosa - Huarango y Perico. Se identificó un subconjunto que engloba a las especies endémicas *Bachia intermedia* y *Phyllodactylus interandinus* restringido al área de Perico, junto con las especies *Amphisbaena pericensis*, *Anomalepis aspinosus* y *Bachia barbouri* representan el 10.4% del área de estudio, un porcentaje que atañe casi a la totalidad del grupo reptiles y anfibios. El área de convergencia entre las especies endémicas amenazadas de aves y reptiles y anfibios representa 13.3% del área estudiada y abarca todas las localidades señaladas.

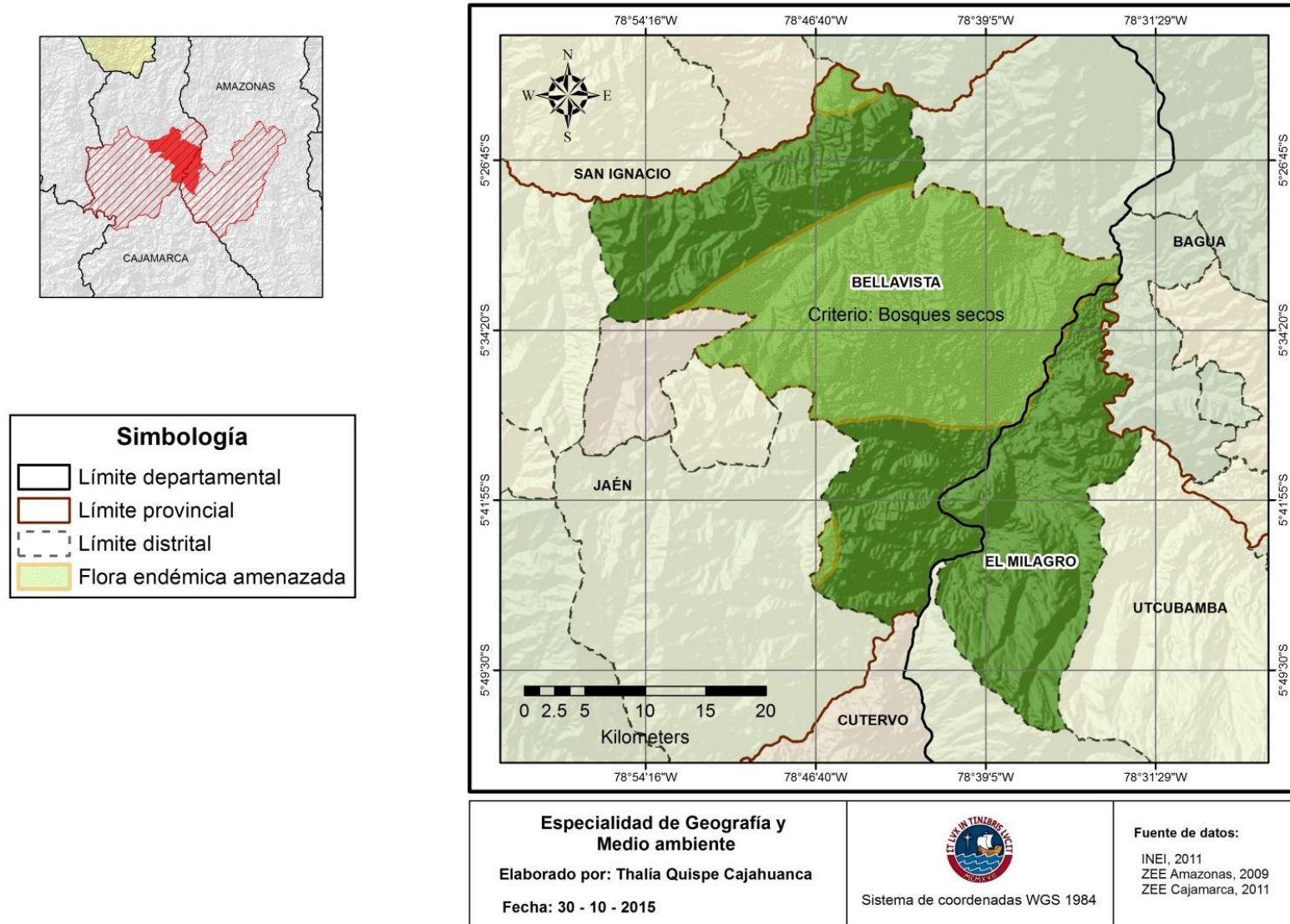
De acuerdo a la información cartográfica el Mapa N°4.6 indica que el área de estudio concentra especies de flora endémica amenazada en 40.7% de su territorio, la flora endémica amenazada determinada bajo el criterio específico de bosque seco abarca 39.0% del área de estudio destacándose en el área de Shumba. Predominan especies locales herbáceas, arbustivas y cactáceas.

La cobertura vegetal del área de estudio se caracteriza por la alternancia de superficie cultivada y bosque, originando lo que se denomina bosque secundario; se presentan bosques secos en mayor proporción pero se aprecian las intervenciones agrícolas en los márgenes de los cuerpos de agua, aquello se debe a la configuración espacial de los centros poblados desconcentrando el centro y fijándose en las áreas periféricas en el caso del distrito de Bellavista. En el caso de El Milagro la localización de la agricultura se basa en la presencia del área fronteriza entre ambos departamentos. El valle de Utcubamba en donde se localiza el distrito de El Milagro presenta una sucesión casi continua de paisajes naturales desde su curso superior hasta su curso inferior en donde la acción del hombre ha transformado profundamente el espacio geográfico. Es importante relacionar la vegetación de nuestra área de estudio con su contexto departamental.

MAPA N° 4.3. Fauna endémica amenazada en el área de estudio



MAPA N° 4.4. Flora endémica amenazada en el área de estudio



El área de estudio abarca una proporción significativa de bosque seco de valle interandino que a nivel departamental Amazonas presenta un mínimo de 1.9% de superficie de este tipo particular de bosque, mientras que en Cajamarca representa sólo 11.9% (INEI, 2012). A continuación se detalla los tipos de bosque a nivel departamental.

TABLA N° 4.11. Tipos de bosque por departamento (ha)

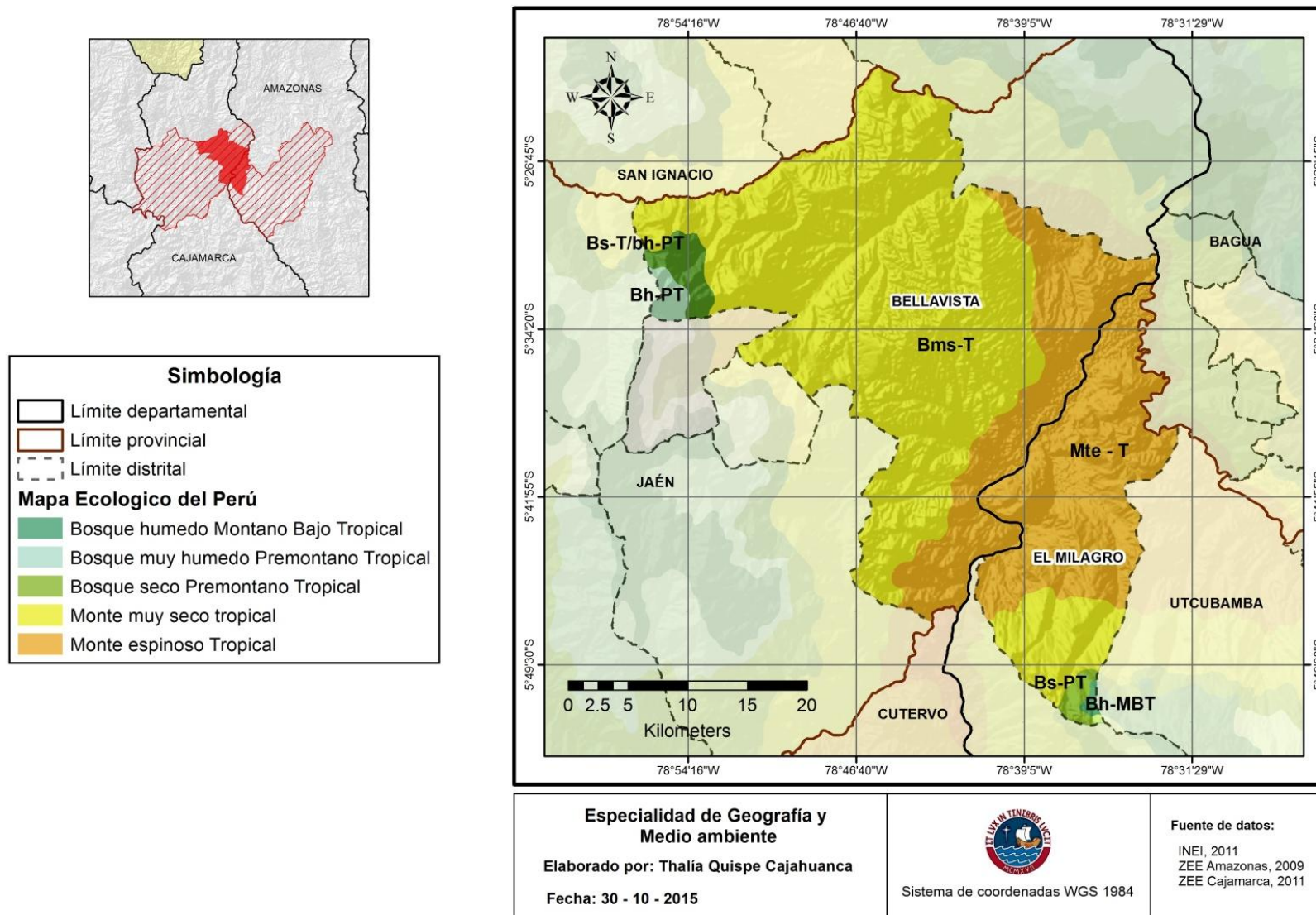
	Bosque húmedo de colinas bajas	Bosque húmedo de montañas	Bosque húmedo de terrazas medias	Bosque seco tipo sabana	Bosque húmedo de colinas altas	Bosque seco de montañas	Bosque seco de valles interandinos
Amazonas	169 988	1 208 648	394 299	114 278	243 255	-	41 663
Cajamarca	-	185 995	-	117 367	-	245 559	74 148

Fuente: INEI, 2012

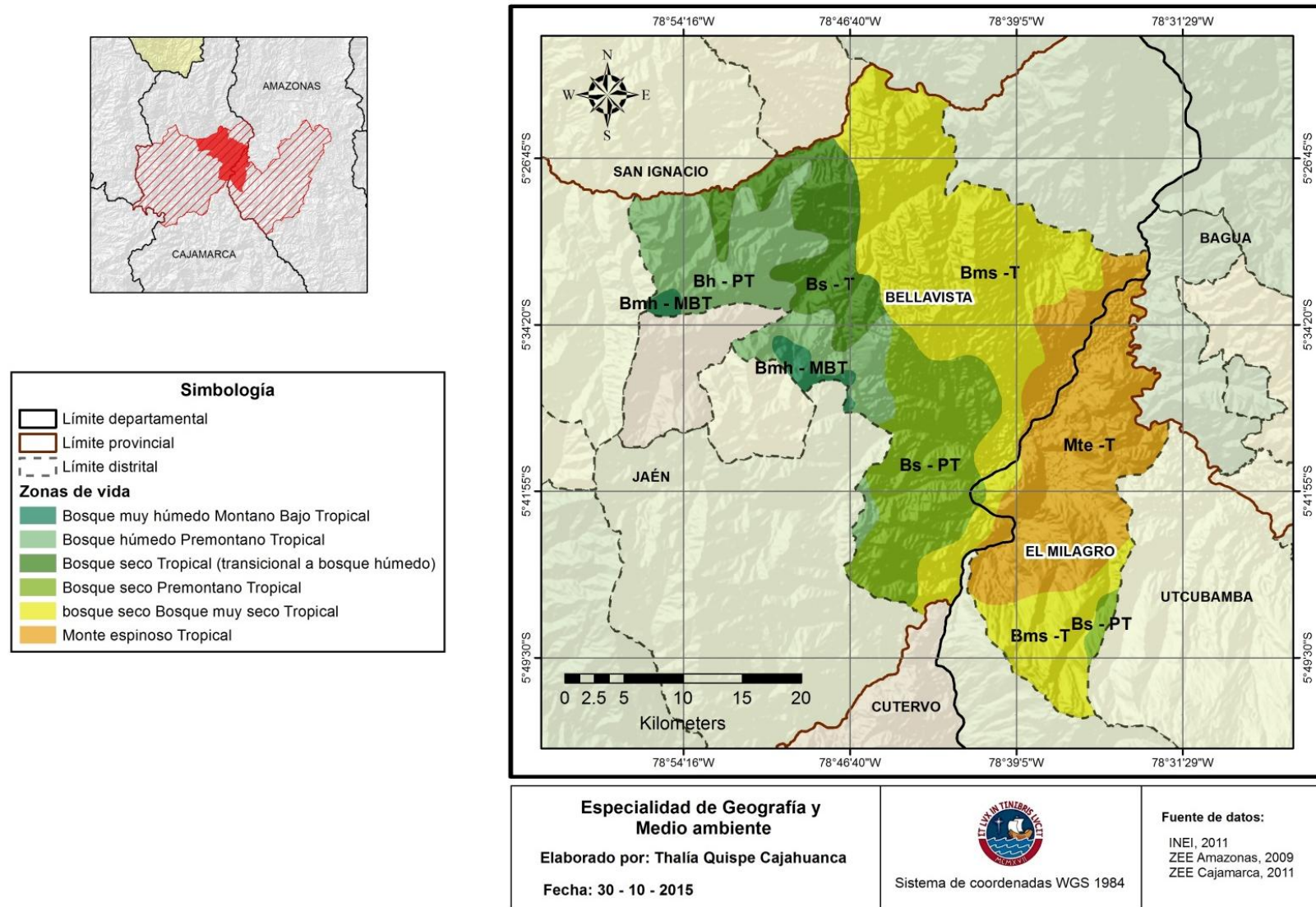
A nivel nacional se distingue el sistema de clasificación macro del mapa de zonas de vida correspondiente al Mapa Ecológico del Perú, elaborado por Joseph Tosi y Leslie Holdridge (1960) y actualizado por el INRENA en 1995 (Reynel et al. 2013). De acuerdo al diagrama de Holdridge el área de estudio se conformaría de solo dos categorías: Monte muy seco Tropical y Monte espinoso Tropical. En las inmediaciones, a modo de franja delgada, se ubicaría el Bosque seco tropical transicional a Bosque húmedo Premontano Tropical, el Bosque seco Premontano Tropical y el Bosque húmedo Montano bajo Tropical.

En función de la adaptación del mapa ecológico nacional a los mapas de nivel regional realizada por el Gobierno Regional de Cajamarca y el SINIA del MINAM para las jurisdicciones de Cajamarca y Amazonas; y, la caracterización de las Zonas de vida de Holdridge, el área de estudio calza con seis zonas de vida, predominando los bosques secos y montes espinosos correspondientes a tres categorías.

El Bosque Muy Seco Tropical compone 36.6% del área estudiada, su distribución es considerable en ambos distritos evaluados entre los 300 m.s.n.m. – 850 m.s.n.m siendo mayoritaria en el distrito de Bellavista. Presenta vegetación caducifolia y perennifolia dispuesta de forma dispersa en los estratos arbustivo, arbóreo y herbáceo, siendo el primero más denso. La vegetación xerofítica es un indicador natural de la zona, resaltan las especies del género *Cereus sp.* y *Acacia sp.* La actividad agropecuaria ha ocupado zonas de llanuras aluviales y laderas de ligera ondulación; sin embargo, por las características climáticas secas del área, requiere mecanismos para proveer agua para riego.

MAPA N° 4.5. Zonas de vida del área de estudio según el mapa ecológico del Perú


MAPA N° 4.6. Zonas de vida del área de estudio



El Monte Espinoso Tropical, abarca 22.9% del área de estudio, se extiende ampliamente en el distrito de El Milagro ocupando 26% de su superficie. Se distribuye a una altitud alrededor de los 500 m.s.n.m como un bosque abierto de porte bajo de estratos arbóreos, arbustivos y cactáceas, la presencia de herbáceas se restringe a la época lluviosa. Asimismo, se identifican cultivos en las márgenes de los ríos.

Bosque seco Premontano Tropical, propio de valles interandinos entre altitudes de 1000 m.s.n.m. – 2000 m.s.n.m, equivale al 15.0% del área de estudio. Se distingue por vegetación de tipo sabana con árboles de porte bajo, arbustos y gramíneas. Se alterna con cultivos agropecuarios, causa de la degradación paulatina de la vegetación natural.

La cobertura en el caso de El Milagro se distribuye de forma más homogénea mientras que en el caso de Bellavista se observa una mayor heterogeneidad en el paisaje.

TABLA N° 4.12. Zonas de vida, distritos de Bellavista y El Milagro.

ZONAS DE VIDA	CÓDIGO	COBERTURA (%)	OBSERVACIONES
Bosque muy seco Tropical	bms - T	36.6%	Bosque disperso de especies caducifolia, perennifolia y xerófila.
Monte espinoso Tropical	mte - T	22.9%	Bosque de porte bajo de estrato arbustivo y cactáceas.
Bosque seco Premontano Tropical	bs - PT	15.0%	Bosque de porte bajo de estratos arbustivos mayoritarios.
Bosque húmedo Premontano Tropical	bh - PT	14.9%	Bosque de porte alto con vegetación perennifolia y heliófila.
Bosque seco Tropical (transicional a bosque húmedo subtropical)	bs – T/ bh-ST	9.0%	Bosque de especies caducifolias y perennifolias. Aún se distinguen especies xerófilas.
Bosque muy húmedo Montano Bajo Tropical	bmh-MBT	1.6%	Bosque de porte alto con vegetación siempre verde.

Fuente: Elaboración propia; INRENA, 1995; Gobierno Regional de Amazonas, 2010; Sánchez, 2011; Gobierno Regional de Cajamarca, 2011

La evaluación del MINAM sobre la cobertura vegetal al año 2011 refuerza la presencia de Bosque Seco de Valle Interandino distribuido mayoritariamente el área de estudio (65.6 %) y añade formaciones vegetales exiguas de tipo sabana (2.7%). Coincide con el mapa ecológico del Perú y el mapa de zonas de vida regionales; aunque de forma

más generalizada haciendo alusión a la vegetación de Bosque húmedo de montaña delimitando el área de estudio (13.2%).

Los bosques secos de los distritos de Bellavista y el Milagro coinciden con una de las tres unidades en que se subdivide el concepto amplio de Bosques tropicales estacionalmente secos⁸ (BTES), diferenciadas por su composición florística: la unidad de los BTES de los valles interandinos del norte, centro y sur del Perú, conformada por relictos y remanentes fragmentados (Bridgewater et al., 2003). Dentro de los valles que componen esta unidad de clasificación, por su localización geográfica en los departamentos de Cajamarca y Amazonas, las formaciones vegetales locales que se han identificado corresponden al sistema del río Marañón, donde se incluyen los valles del río Marañón, Uctubamba y Chamaya. Respecto a los aspectos ecológicos de los ecosistemas de BTES presentan dispersión por viento, floración en la época seca para formaciones xerófilas y árboles con fructificación durante la estación húmeda (Bullock, 1995; Pennington et al., 2000; Reynel et al., 2011).

En base a la zonificación económica ecológica de Cajamarca y Amazonas, el valor bioecológico destaca con niveles de valoración Muy alto y Alto en los distritos de Bellavista y El Milagro, las áreas de prioridad Muy alta representan el 2.9% del área de interés constituyendo principalmente zonas de importancia hídrica por su disposición. Las áreas de prioridad alta representan el 42.4% del área de estudio, señalando zonas de vida escasamente representadas en el SINANPE, ecosistemas particulares de extensión reducida o en situación de aislamiento, también se incluyen en ésta categoría espacios contenedores de endémicos y zonas en estado de vulnerabilidad por cambio de uso de suelo. De acuerdo a estos valores, el 45.3% del área de estudio estaría considerada como zona prioritaria para fines de conservación (Gobierno Regional de Cajamarca, 2011; Gobierno Regional de Amazonas, 2010).

4.2.3 Caracterización Socioeconómica

Los distritos de El Milagro y Bellavista constituyen espacios geográficos predominantemente de vida rural con población que se sustenta en gran medida de los recursos naturales de su medio. En base al Censo de Vivienda y Población del 2007 del INEI hemos podido identificar que el 83.39% de las viviendas en El Milagro son rurales, mientras que solo el 16.31% se emplazan en el área urbana. El 91.84%

⁸ La gran unidad de vegetación denominada Bosques Tropicales Estacionalmente Secos (BTES) está caracterizada por la dominancia del estrato arbóreo y la presencia de un estrato herbáceo con poca predominancia de gramíneas. Se localizan en áreas de escasa precipitación, menor a 1600 mm anuales; y, que presentan una estación seca acentuada, de cinco a seis meses de duración, en donde las precipitaciones son inferiores a 100 mm. Se distinguen por la presencia de vegetación decidua, especies espinosas y suculentas siempre verdes (Gentry, 1995).

corresponde a casas independientes pero especialmente a casas rurales, el segundo lugar se ubica la tenencia de chozas o cabañas 6.66% evidenciando una permanencia de población tradicional. Los porcentajes restantes son inferiores a 1%; sin embargo, se puede destacar poco crecimiento vertical al identificar que sólo 0.62% constituyen departamentos en edificios.

TABLA N° 4.13. Disponibilidad de servicios básicos en el distrito de El Milagro

SERVICIO	TIPO PREDOMINANTE
Abastecimiento de Agua	44.59% río, acequia, manantial o similar. 29.50%, red pública dentro de la vivienda 10.38% red pública fuera de la vivienda
Servicios higiénicos y Desagüe	70.65% corresponde al uso de pozo ciego o negro / letrina 16.95% red pública de desagüe dentro y fuera de la vivienda 9.93% no tiene este servicio
Alumbrado eléctrico	59.22% no cuenta con este servicio

Fuente: INEI, 2007

La tabla N° 4.13 revela que las fuentes naturales de agua son aún fundamentales y su contaminación pondría en grave riesgo a los habitantes que las utilizan. Los servicios de desagüe y alumbrado eléctrico, son limitados o carentes, lo cual afecta a más de la mitad de la población y el desarrollo de la zona de manera equitativa.

Se identificó que la leña es fundamental, su uso representa el 70.03% de la energía que se emplea en El Milagro para la actividad frecuente y diaria especialmente por la población rural explicando, parcialmente, la deforestación en la zona. El gas ocupa el segundo lugar con 24.33%, porcentaje bastante inferior empleado por población urbana y rural en similar proporción, mientras que la electricidad mantiene solo 0.15% siendo un bien escaso.

La población total de El Milagro es de 6378 habitantes, en base a estimaciones del INEI al año 2012. Según estimaciones del INEI para el periodo 1993 - 2012, la población del distrito ascendió en 839 habitantes, equivalente a un aumento de 15.14%. El Milagro ha presentado un mayor incremento en el periodo 2007 - 2011 de 9.05% respecto a la población del 2007 pero en general el crecimiento demográfico ha sido sostenido. La población urbana se incrementó en más del 100% respecto al año 1993, al año 2007 alcanzó 1555 habitantes; sin embargo, la población rural continua siendo mayoritaria a lo largo de este periodo a pesar de decrecer en 10.12%. En el siguiente cuadro se puede observar de manera más detallada el incremento

poblacional por área para el periodo 1993 – 2007, se evidencia una expansión e intensificación del proceso de urbanización con una tendencia a la concentración poblacional creciente pero pausada.

TABLA N° 4.14. Incremento de la población en El Milagro

<i>El Milagro</i>	1993		2007	
	Población Urbana	Población Rural	Población Urbana	Población Rural
	764	4775	1555	4292
Total	5539		5847	

Fuentes: INEI, 1993; INEI, 2007

La población rural se mantiene mayoritaria, por lo cual, se puede afirmar que el distrito es predominantemente rural (73.41%). Para el año 2007, este patrón se repite en toda la provincia de Uctubamba a excepción de la capital Bagua Grande y es generalizado en todo el departamento de Amazonas. Cabe resaltar que El Milagro se encuentra dentro de la provincia de mayor volumen poblacional, Uctubamba que representa el 29% de la población total de Amazonas según el XI Censo de población y vivienda 2007. La densidad de la población total de El Milagro para el año 2007 se calculó en 19 hab/km², cabe mencionar que Utcubamba, asimismo, posee la mayor densidad poblacional con 30.9 hab/km². Es importante mencionar que el incremento de la densidad de población implica una mayor necesidad de recursos y presión sobre áreas de bosque intacto especialmente para la alimentación.

Las actividades económicas por agrupación predominantes en El Milagro son la agricultura, ganadería, caza y silvicultura con 59.09%, estas actividades son desempeñadas por la población rural (97.68%) y urbana (2.32%). También está presente la explotación de minas y canteras con 2.34% desarrollada totalmente por trabajadores urbanos, en general la actividad industrial no está muy presente (1.31%) lo cual es positivo porque no es compatible con la conservación.

El 16.46% de la población corresponde a la categoría como trabajador calificado agropecuario y agricultor, aquello se explica debido a que, en un contexto mayor, Amazonas presenta el 24.98 % de las áreas agrícolas del total nacional, es el departamento con mayor área de cultivos agrícolas incluyendo las tierras aradas, en descanso y recién aperturadas. Igualmente, posee el 30.91% de la superficie de pastos a nivel nacional, es el departamento con mayor superficie de pastizales,

incluyendo los pastizales libres, con árboles dispersos, pastos bajos, pastos altos y áreas en proceso de degradación luego de la intensa actividad agrícola o pecuaria, localizados especialmente en terrenos con fuertes pendientes y suelos superficiales. En Amazonas crecen herbáceas invasoras y pajonal, además presenta Bosque secundario de uso mixto con agricultura (7.77%).

El 62.19% de la población corresponde a la No PEA, se relaciona con la predominancia de población joven y rural (73.14%) en El Milagro. El 34.59% constituye la PEA ocupada y está concentrada en el área rural. La PEA desocupada sólo presenta 3.22% del número de casos y también es mayoritariamente rural (92%).

Acerca de la relación entre empleabilidad y nivel educativo se observa que la mayoría de la población que trabaja en actividades agropecuarias y silvicultura poseen solo primaria (62.3%) o secundaria (26.2%) completa, y el 9.7% no poseen ningún nivel educativo. Comprendemos que la falta de educación es un problema central y una limitante para la inserción de esta población en otros campos de trabajo que requieran estudios superiores pero sí es posible incluirlos en empleos relacionados a sus saberes locales, por ello la actividad agrícola es predominante.

En el distrito de Bellavista, provincia de Jaén, el 58.56% de las viviendas son rurales, mientras que el 41.44% se emplazan en el área urbana. Los porcentajes son casi equivalentes, es decir no se encuentran muy distanciados entre sí a diferencia de El Milagro, a pesar de la predominancia rural en el distrito.

TABLA N° 4.15. Disponibilidad de servicios básicos en el distrito de Bellavista

SERVICIO	TIPO PREDOMINANTE
Abastecimiento de Agua	55.13% red pública dentro de la vivienda 19.51%, río, acequia, manantial o similar 12.12% red pública fuera de la vivienda
Servicios higiénicos y Desagüe	59% corresponde al uso de pozo ciego o negro / letrina 22.28% red pública de desagüe dentro 13.29% no tiene este servicio
Alumbrado eléctrico	65.94% no cuenta con este servicio

Fuente: INEI, 2007

El 98.19% corresponde a casas independientes lo que rebela que la mayor parte de la población a podido acceder a la propiedad, los porcentajes restantes son inferiores a 1%; sin embargo, se puede destacar la tenencia de chozas o cabañas 0.92%

evidenciando una permanencia de la población tradicional. No se distingue crecimiento vertical pues el uso de departamento en edificios es nulo.

En el caso de Bellavista la mayoría de la población tiene acceso adecuado al agua potable tanto urbana (58.4%) como rural (41.6%) aunque la primera es mayor beneficiaria. El acceso a red pública se confronta también porque no se cuenta con el agua sino por horas. Las fuentes naturales aún son importantes para la población especialmente rural representando el 88.4% de la población que utiliza estas aguas. Sobre los servicios higiénicos y desagüe, la tenencia del servicio de esta categoría beneficia más a la población urbana pues la población rural posee solo el 17.5%. En relación al alumbrado eléctrico, el déficit del servicio afecta sobre todo al área rural; lo que permite reconocer servicios básicos insatisfechos persistentes que afectan a más de la mitad de la población. En este caso la leña también es el recurso principal pues representa el 69.65% de la energía que se emplea en Bellavista, muy similar al caso de El Milagro.

Según estimaciones del INEI al 2012, el distrito de Bellavista tiene una población total de 15 895 habitantes. La mayor parte de la población (58.05%) se ubica en zona rural, pero el 41.95% se ubica en el área urbana, siendo porcentajes casi similares.

TABLA N° 4.16. Incremento de la población en Bellavista

Bellavista	1993		2007	
	Población Urbana	Población Rural	Población Urbana	Población Rural
	5596	11312	6532	9039
Total	16908		15571	

Fuente: INEI, 1993; INEI, 2007

El número de habitantes en el distrito de Bellavista se ha incrementado de 9763 pobladores en el año de 1981 hasta 15895 habitantes para estimaciones al año 2012, el aumento fue de 62.81% en un periodo de 31 años. El mayor incremento se detectó en el periodo intercensal 1981 - 1993 con un incremento en 73.18% respecto a 1981. A diferencia de El Milagro, Bellavista ha experimentado decrementos en su población durante los años 2007 en -7.91% y 2012 en -1.02%, aunque cabe mencionar que las variaciones fueron menores.

El incremento poblacional para el área urbana durante el periodo 1993 - 2007, ha sido de 17.6% pero se distingue una predominancia rural a pesar de haber disminuido en 20.1 Por lo tanto, la diferencia entre el crecimiento poblacional urbano y rural es

bastante notoria. Este patrón se mantiene en toda la provincia de Jaén a excepción de la capital provincial y en el departamento de Cajamarca en general. La densidad poblacional de Bellavista para el año 2007 se calculó en 17.9 Hab./km², cabe mencionar que Jaén posee una alta densidad poblacional con 37.91 personas por km².

En Bellavista las actividades económicas predominantes son las actividades primarias: agricultura, ganadería, caza y silvicultura con 76.37%, realizadas por población rural en mayoría (70%) y urbana en 30%. Las actividades restantes tienen porcentajes menores a 5%, podemos señalar el comercio al por menor con 4.58% -desempeñado en mayoría por la población urbana- y actividades no especificadas que corresponden al 4.12%. Se comprende al distrito como un territorio agrario a pesar de que la población urbana y rural están en proporción similar. La actividad extractiva en minas y actividades industriales son mínimas.

En el contexto departamental las áreas agrícolas en Cajamarca conforman el 10.04% a nivel nacional y los pastos representan 8.79%. Asimismo, presenta Bosque secundario con agricultura en 8.27% (MINAM, 2009). Aquello se relaciona con la ocupación de la población, si bien el 53.98% de la población de Bellavista se desempeña como trabajador no calificado peón, vendedor ambulante y afines, el segundo porcentaje mayoritario (27.71%) corresponde a la agricultura, trabajo calificado y trabajo agropecuario, reflejando lo afirmado en la premisa anterior.

La participación de la población rural en la PEA ocupada es sustancial constituyendo el 59% de esta categoría. La PEA desocupada sólo presenta 1.68% del total, siendo un grupo mucho menor al identificado en El Milagro, en contraste con el patrón descrito el 65% de la PEA desocupada es urbana.

En este caso si se vincula empleo con nivel educativo, se observa que la mayoría de la población que trabaja en agricultura, ganadería y silvicultura poseen solo primaria (55.5%) o secundaria (33.6%) completa, además el tercer porcentaje mayoritario, 7.5%, no poseen ningún nivel educativo, este patrón se repite en las actividades restantes. Se comprende que en este distrito también la educación es incipiente. La afirmación se sostiene en base a que la mayoría de la población del distrito tiene solo primaria completa (50.22 %) y secundaria (30.30 %), sin variar significativamente esta tendencia desde 1993.

La densidad de la población humana como factor ecológico es importante ya que toda especie puede desarrollarse en un determinado espacio en forma óptima sólo con una población en equilibrio con su ambiente. En este sentido hemos observado que la densidad poblacional de nuestros distritos es media.

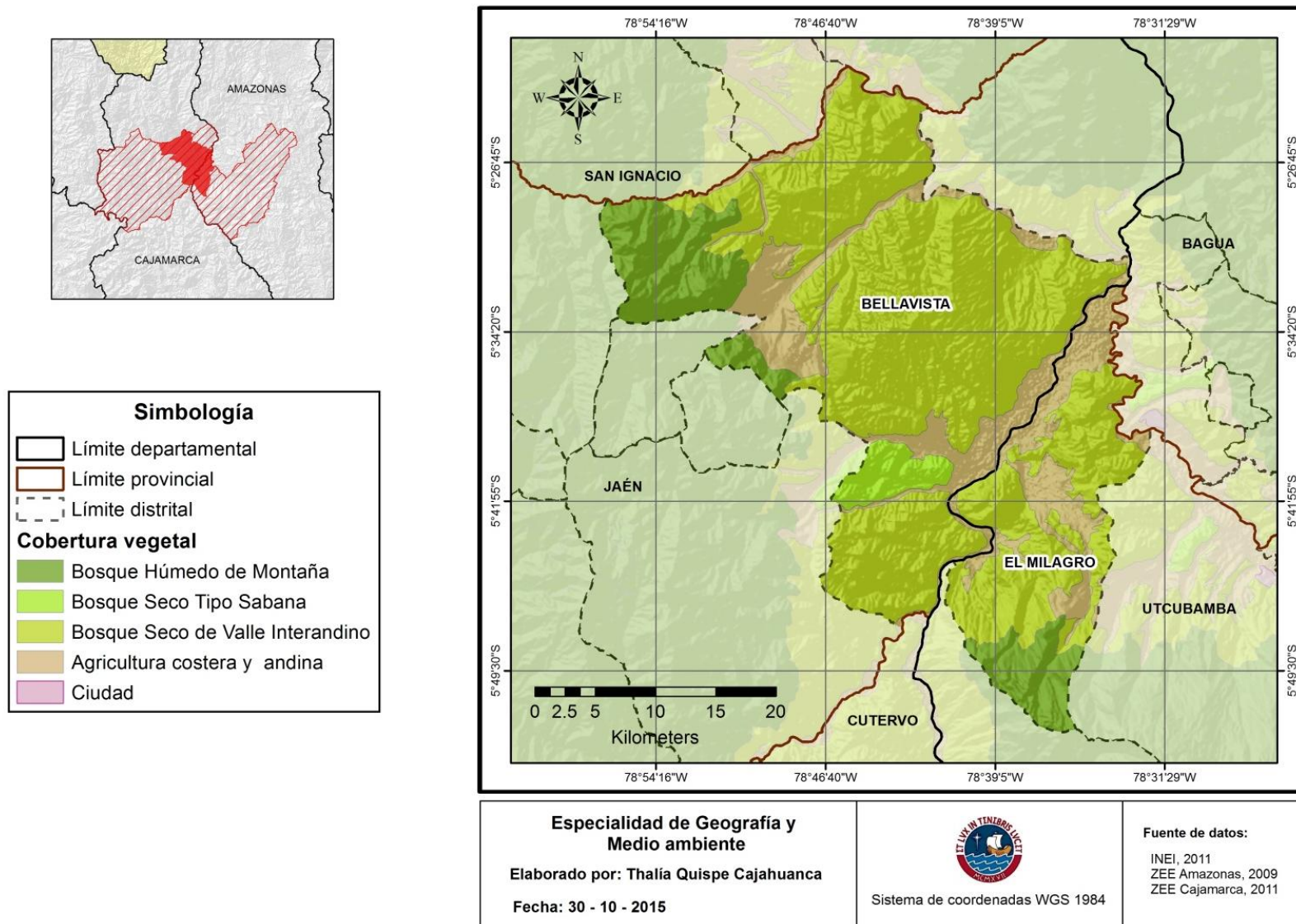
4.2.4 Estado de protección

La deforestación es un problema severo en sí mismo, además, si se le añade el cambio de uso de suelo, conforman la mayor fuente de emisiones de GEI a nivel nacional, especialmente debido a la pérdida de cobertura boscosa por fines agrícolas. Esta alteración de la cobertura vegetal representó 47% de los GEIs en el año 2000 y 39% en el año 2012 a nivel nacional (SINIA, 2013). En este contexto, es necesario aproximarse a la realidad de la deforestación en El Milagro y Bellavista.

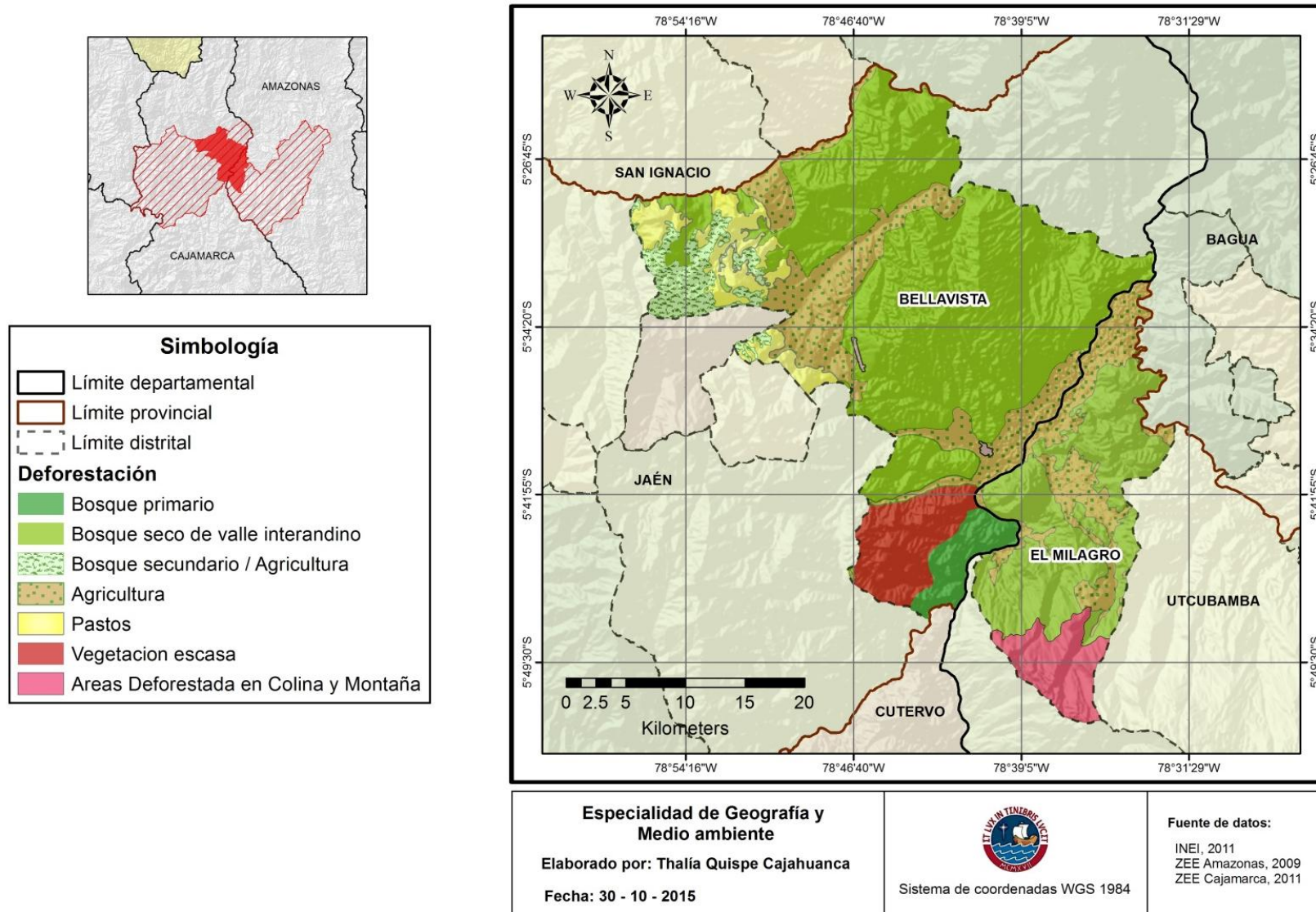
Analizando la deforestación podemos complementarlo con el contexto departamental. A nivel departamental, Amazonas posee 39.80 % de su territorio carente de vegetación, siendo el departamento con mayor superficie de áreas sin vegetación, además, constituye el 13.96 % de la deforestación nacional. En el caso de Cajamarca presenta 0,99% de su superficie desprovista de vegetación y representa el 7.25% de la deforestación nacional (MINAM, 2009). El área de Amazonas, por ende, presenta mayor vulnerabilidad al cambio climático y la desaparición de la fauna nativa.

En relación al cambio de cobertura explicado, la dimensión referente al cambio climático, lo destaca como principal causa de su incremento a nivel nacional, representando 110060 gigagramos de dióxido de carbono al año 2000. Además las proyecciones señalan una contribución con 138073.90 a los GEIs para el año 2050, excediendo las cantidades referentes a otras actividades como la minera. El incremento de la proporción de la frontera agrícola, se vincula también con las emisiones de GEI a nivel nacional, las cuales, proceden de la Amazonía (47.5%), donde la razón principal es la conversión de bosques y pasturas con énfasis en la quema de bosques (UNEP, 2010).

El estado de la vegetación al año 2011 evaluado por el MINAM brinda información sobre áreas deforestadas en el distrito de El Milagro, igualmente, el Gobierno Regional de Cajamarca ha realizado un análisis de la deforestación a nivel de su región. De acuerdo al Mapa N°4.8 la deforestación del área de estudio por instalación de cultivos agropecuarios abarca 19.9% del territorio evaluado. La categoría de deforestación media que responde a la presencia de bosque secundario y agricultura constituye una porción mínima del 3.8%, se identifica sólo al noroeste de Bellavista a la altura de la zona de Chingama.

MAPA N° 4.7: Cobertura vegetal de acuerdo al MINAM, 2011


MAPA N°4.8. Deforestación en Bellavista y El Milagro



Podemos identificar la presencia extendida de pastos (4.9%) en el distrito de señalado. En similitud, la categoría de vegetación escasa (5.4%) correspondiente a un nivel de deforestación elevado se distingue sólo al sur de Bellavista a la altura de la margen izquierda del río Chamaya. En el distrito de El Milagro, predomina la deforestación en áreas de colina y montaña en la zona sur del sector, representando el 4.0% del área de estudio.

Se puede determinar un estado de protección medio del bosque y la conversión cada vez más rápida a zonas de cultivo o bosque secundario con presencia de agricultura, en palabras de Dourojeanni (1987), bosques antrópicos, los cuales cubren una diversidad de tipos de bosque afectados de alguna forma por el disturbio humano.

Respecto a la composición, se desagregan parches de bosque fragmentado, la agricultura por el contrario se encuentra asentada en el límite fronterizo y en los depósitos aluviales según la red hidrográfica y los colectores principales de ambos distritos. Es importante mencionar la existencia de áreas quemadas con fines de expansión de la frontera agrícola en diversas zonas del área de estudio, principalmente en zonas de vegetación xerófila en el distrito de El Milagro.

FIGURA N° 4.13. Área quemada en Shumba bajo



El fuego es una alteración antrópica relacionada a la expansión de los campos aptos para el cultivo por agricultura de rozo y quema, la quema de la vegetación natural en los BTES genera una simplificación de la composición de especies con tendencia a la sabanización (Fensham et al., 2003). Determinadas especies poseen o han desarrollado mecanismos de resistencia y regeneración ante el fuego como la

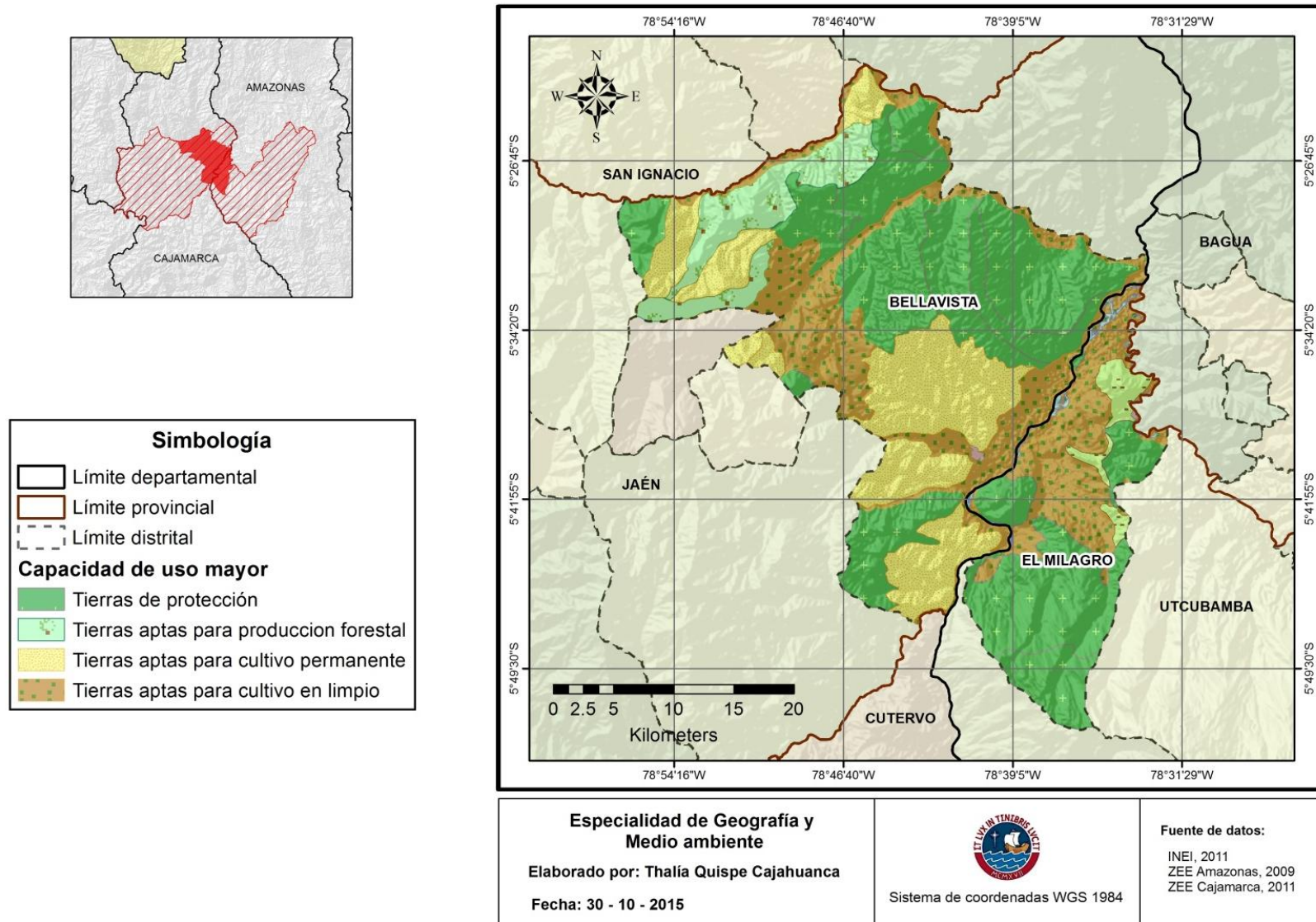
capacidad de rebrote; sin embargo estas estrategias de adaptación también son minimizadas por la presencia de quemas constantes (Vieira y Scariot, 2006; Ceccon et al., 2006).

El sistema natural está siendo amenazado por fenómenos de perturbación, fragmentación y transformación a usos más intensivos. De acuerdo a los estudios realizados en la ZEE Cajamarca y en la ZEE Amazonas por los Gobiernos Regionales de Cajamarca y Amazonas para sus respectivas jurisdicciones, la capacidad de uso mayor del suelo en los distritos de Bellavista y El Milagro predomina como uso de protección. El uso de protección se extiende en 46.1% del área de estudio, coincide con la distribución de los valles interandinos y las zonas de vida de bosque seco en ambos distritos. El segundo porcentaje mayoritario, referente a la capacidad de uso para tierras de cultivo en limpio, se distancia considerablemente del primero significando 24% del área de estudio, la categoría sigue el patrón establecido del uso actual de las tierras de cultivo en las inmediaciones de los ríos debido a la necesidad constante de agua para riego.

La capacidad de uso para cultivo permanente representa 20% del área de estudio, estableciéndose en el distrito de Bellavista, en la zona oeste coincide con tierras de aptitud forestal de calidad agrobiológica baja (7.2%) donde, actualmente, predominan cultivos de árboles frutales y café. Sin embargo, en la zona sureste del distrito se superpone a bosques primarios y en el área central a la zona de fauna endémica de Perico y Shumba. Si bien en la clasificación final se consideran como: tierras aptas para cultivo permanente de calidad agrologica media, con limitaciones de suelo, erosión, clima y tierras de protección, es latente la posibilidad de que prevalezca su capacidad como área de cultivo en área de interés de protección. Las tierras con aptitud para pastos se centran en la zona este del distrito de El Milagro conformando un porcentaje poco significativo de 1.9% del área de estudio. Es rescatable, en relación con las actividades económicas que se necesita un balance que no implique detrimento del desarrollo socioeconómico ni del desarrollo de los hábitats de forma sana.

En la clasificación final de la ZEE Cajamarca y la ZEE Amazonas, los distritos de Bellavista y El Milagro comprometerían tierras de protección localizadas en área de interés faunístico; sin embargo, sólo se ha considerado el criterio bioecológico en la zona de endemismo de aves, se ha considerado exiguamente las zonas de alto endemismo de reptiles y anfibios.

MAPA N° 4.9. Capacidad de uso mayor del área de estudio

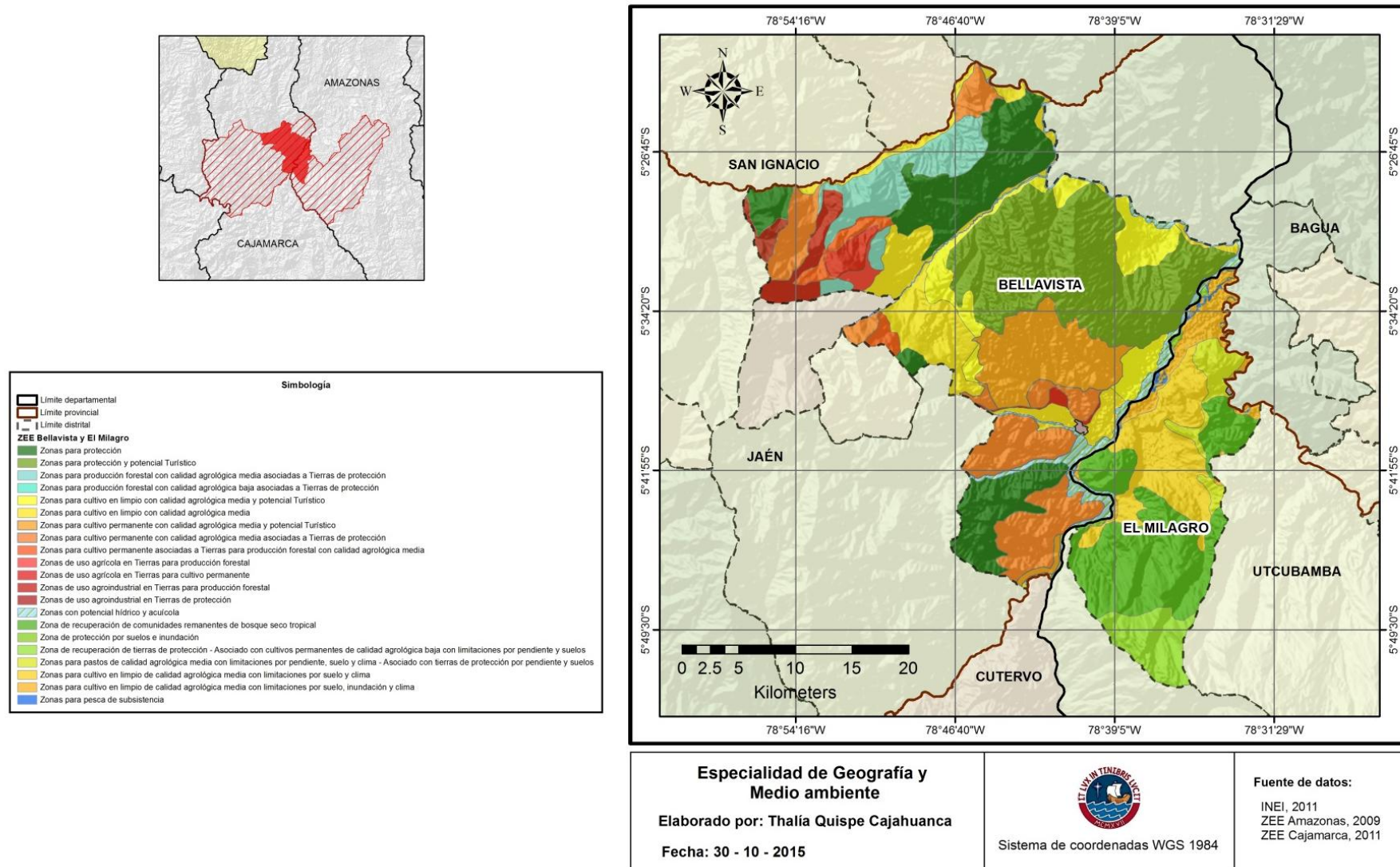


Con una inminente presencia de áreas destinadas al cultivo, las tierras de uso agrícola con las mejores características se concentran en la zona de capacidad de uso mayor para cultivos permanentes al oeste donde actualmente existen plantaciones y sistemas agroforestales. A pesar de que las tierras cultivables se caracterizan por una capacidad agrobiológica baja se superponen a tierras de protección de valor bioecológico alto. Aquello representa una desventaja considerable para los fines de conservación del hábitat de las especies de estudio.

En este contexto las amenazas presentes en nuestra área de estudio permiten identificar una vulnerabilidad alta en términos físicos. Los distritos de Bellavista y El Milagro, inmersos en un contexto mayor provincial y departamental forman parte de una problemática de manejo ambiental. Se ha identificado un proceso de retroalimentación vinculado a la deforestación, a la degradación del paisaje y al cambio climático, estas tres variables están correlacionadas y el incremento de uno constituye un aumento del conjunto. Los aspectos mencionados influyen en la distribución de la fauna y la salud del paisaje como hábitat, si bien aún se han identificado espacios naturales, los esfuerzos y estrategias de recuperación de las áreas degradadas a nivel local no se han observado.

Entre las estrategias de conservación se ha buscado la protección de poblaciones viables, es decir que sean capaces de mantenerse en el tiempo, algunas estrategias han sido el establecimiento de áreas naturales protegidas. Es importante conocer si el hábitat de las especies del presente estudio se sitúa en algún ANP, Área de conservación regional o Área de conservación privada, ya que podría reducir el riesgo de pérdida de las especies evaluadas. Sin embargo, las ANP comprenden un bajo porcentaje de los sitios con alto valor ecológico y baja representatividad (Gobierno Regional de Cajamarca, 2011; Gobierno Regional de Amazonas, 2010). Para el caso de nuestra área de estudio no se han encontrado áreas de conservación que se superpongan significativamente a la distribución potencial actual de las especies. Se identifican el Santuario Nacional Tabaconas Namballe y el Parque Nacional de Cutervo como áreas próximas a la distribución y hábitat de las especies de estudio; sin embargo, considerando que el Parque Nacional de Cutervo, incluida su ampliación actual, solo protege bosques montanos de neblina y que la extensión completa del Santuario Nacional Tabaconas Namballe sólo es considerable para proteger bosques siempre verdes y la región del páramo (Gobierno regional de Cajamarca, 2012) el estado de conservación del área de estudio y sus ecosistemas es nulo.

MAPA N° 4.10. Capacidad de uso mayor del área de estudio



CAPÍTULO 5

RESULTADOS

El presente capítulo aborda los resultados referentes al modelamiento de la distribución considerando los aspectos físicos en la capacidad de dispersión de las especies de estudio. Se presenta el análisis multitemporal del hábitat incluyendo la configuración espacial del paisaje y las especies vegetales registradas que brindan una aproximación a su composición.

5.1 DISTRIBUCIÓN POTENCIAL PRESENTE: LÍNEA DE BASE, PERIODO 1950 - 2000

El procesamiento de los registros bibliográficos y bases de datos faunísticos permitió llegar a la conclusión expresada en la siguiente tabla de información.

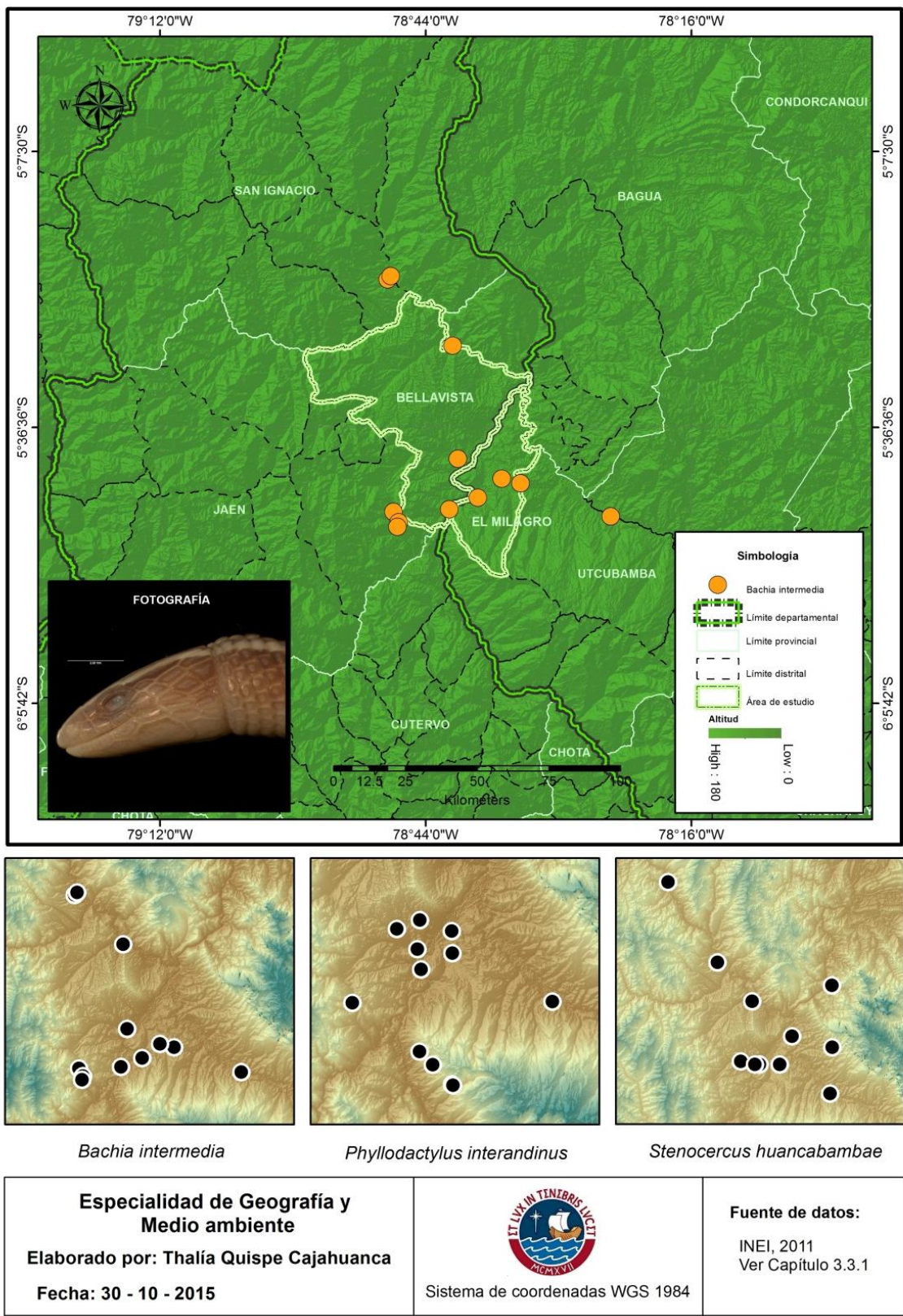
TABLA N° 5.1: Registros georeferenciados y localidades por especie

ESPECIE ENDÉMICA	PRESENCIAS POR ESPECIE	LOCALIDADES
<i>Phyllodactylus interandinus</i>	98	11
<i>Bachia intermedia</i>	268	12
<i>Stenocercus huancabambae</i>	76	12

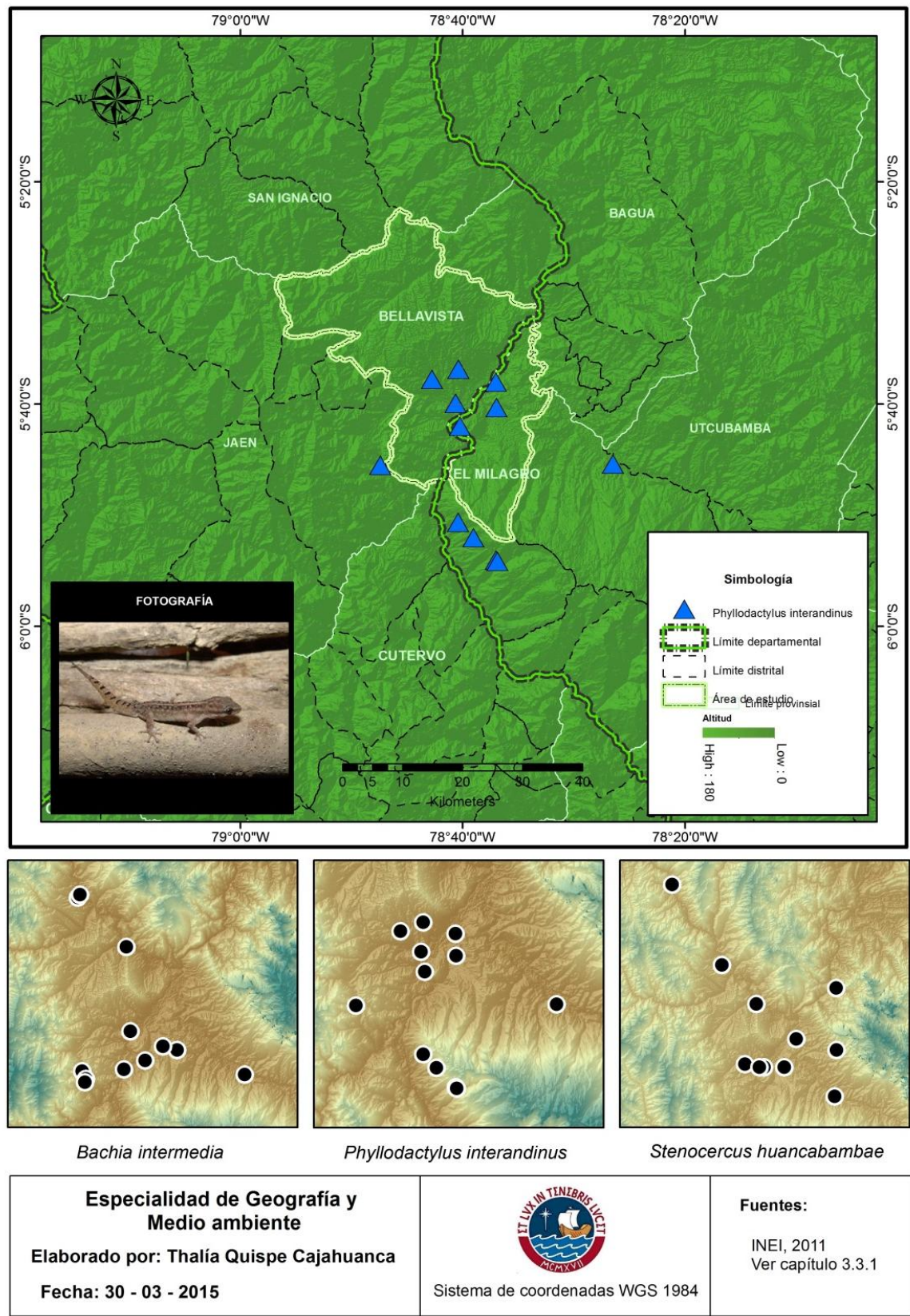
Fuente: Elaboración Propia

La evaluación y sistematización de los registros permitió obtener las localidades a modelar, la obtención de 11 - 12 localidades es válida para nuestro método en proporción a la extensión limitada del área que contiene a las especies evaluadas. Es importante hacer énfasis en las presencias seleccionadas, los datos presentados en el campo respectivo son la síntesis georeferenciada espacialmente del rango de los organismos seleccionados. La especie con mayor record de ocurrencia fue la especie *B. intermedia*, su concentración poblacional se localiza especialmente en la zona noreste del territorio nacional, al norte de Cajamarca. La segunda especie con mayor record de ocurrencia fue el *P. interandinus*, su distribución se extiende sobre el centro sur de Cajamarca, Chinchipe, Maraón, valles de Utcubamba y Amazonas, este organismo es central por su condición de endemismo y estatus de riesgo. El tercer organismo pertenece al género *Stenocercus*, su localización se remonta, principalmente, a las localidades de Bagua Grande, El Milagro y Bellavista.

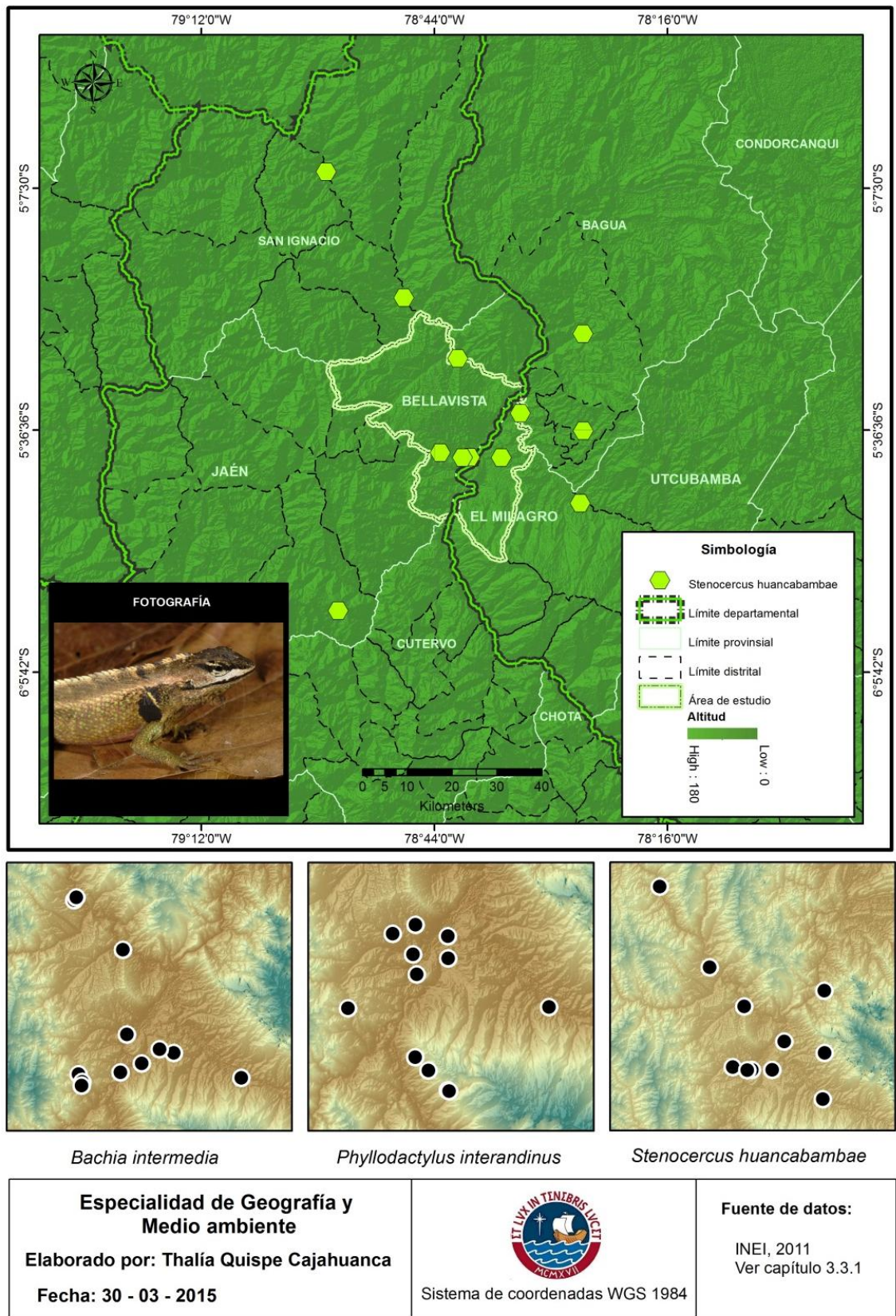
MAPA N° 5.1. Registros georeferenciados de la especie endémica *Bachia intermedia*



MAPA N° 5.2. Registros georeferenciados de la especie endémica *Phyllodactylus interandinus*



MAPA N° 5.3. Registros georeferenciados de la especie endémica *Stenocercus huancabambae*



Nuevo registro

Durante la primera salida de campo efectuada en el mes de abril se logró el avistamiento de un individuo, mediante la identificación visual de la coloración se asoció al género *Stenocercus* con alta probabilidad de pertenecer a la especie de estudio *Stenocercus huancabambae*. La especie sugerida del registro obtenido fue revisada y confirmada por el especialista herpetólogo Msc. Juan Carlos Chaparro Auza.

TABLA N° 5.2. Datos del nuevo registro de la especie *Stenocercus huancabambae*

Información base	Descripción
Fecha	05-03-2015. Hora: 17:52:28 p.m.
Localidad	Departamento de Cajamarca, provincia de Jaén, distrito de Bellavista.
Coordenadas geográficas	5° 37' 29.906" S, 78° 46' 48.126" W
Altitud	786 m.s.n.m.
Especie	<i>Stenocercus huancabambae</i>
Zona de vida/Paisaje	Bosque muy seco tropical. En área de reforestación Bosque de Yanahuanca.

Fuente: Elaboración propia

El individuo se localizó en sus últimos momentos de vida tras haber sido dejado caer, probablemente por algún depredador. Debido a la posibilidad de desplazamiento del individuo, el espécimen no se consideró en la muestra de registros georeferenciados; sin embargo, constituye un producto sumamente valioso de la investigación de campo, asimismo, confirma que la presencia de la especie en el área de estudio se ha mantenido hasta la actualidad.

FIGURA N° 5.1. Especimen TQ001, Bellavista, Jaén



Fuente: Elaboración propia

Entre los objetivos de la biogeografía se destacan el análisis de los factores abióticos que influyen en la distribución de las especies y los efectos de la acción humana sobre el medio natural (Lomolino et al., 2010) debido a ello, la metodología ha sido diseñada para obtener resultados de ambos aspectos. En la presente sección analizaremos los patrones y las pautas de localización de las especies de estudio estimando su área distribución potencial en el tiempo para el periodo 1950 - 2050.

Al presentar los resultados del modelamiento de distribución de especies es importante hacer una distinción entre los valores obtenidos, debido a que los intervalos se presentan en función de su grado de probabilidad. Se define el área de distribución potencial estable o de mayor certeza entre los valores 0.6 - 1.0, el intervalo 0.4 - 0.6 se determina como el límite considerable de la distribución potencial, debido a que el intervalo 0.2 - 0.4 presenta el mayor grado de incertidumbre la predicción se interpreta como sugerencia de áreas aptas, con la finalidad de mayor objetividad en el análisis de los resultados.

TABLA N° 5.3. Asignación de intervalos de probabilidad y terminología

Código	Grado de certeza	Intervalos	Descripción
CMA	Certeza muy alta	0.8 – 1.0	Distribución potencial óptima.
CA	Certeza alta	0.6 – 0.8	Distribución potencial estable.
CM	Certeza media	0.4 – 0.6	Distribución potencial regular.
CB	Certeza baja	0.2 – 0.4	Distribución potencial incierta.

Fuente: Elaboración propia

Se realizó el modelamiento preliminar empleando la totalidad de las variables ambientales en conjunción con los registros de presencias por especie, la finalidad del producto resultante recae en el análisis de la herramienta *Jackknife* inherente al programa Maxent. De esta manera, determinadas variables fueron excluidas en los análisis finales de acuerdo a su grado de importancia y aporte individual y en conjunto al modelo. Se seleccionaron las variables más significativas por especie y se emplearon constituyendo modelos específicos para cada especie de estudio. Los resultados de la evaluación preliminar de la herramienta Jackknife se encuentran disponibles en el Anexo N° 1.

Actualmente, en los análisis de modelamiento se incorporan variables categóricas para realizar un ajuste al modelo de acuerdo a la tipología del hábitat físico de una especie característica que las variables bioclimáticas no pueden estimar por si solas, en este contexto, la capa de ecorregiones del mundo suele ser utilizada; sin embargo, las dimensiones de la capa son sumamente generalizadas para las especies evaluadas.

Debido a ello, aplicarla en nuestro estudio de caso podría ser contraproducente, teniendo a disposición la capa de zonas de vida a nivel nacional, se decidió incorporarla como variable categórica de vegetación. Si bien es una clasificación nacional, se manifiesta como una mejor opción siendo útil para representar y discriminar los tipos de cobertura vegetal donde predominan las especies de estudio

TABLA N° 5.4. Condiciones del análisis de modelamiento por especie

Especie	Variables selectas (≥ 0.5)		Variables suprimidas (< 0.5)	
<i>Bachia intermedia</i>	Prec 1	Bio 3	Prec 5	Bio 9
	Prec 2	Bio 7	Prec 7	Bio 10
	Prec 3	Bio 12	Prec 8	Bio 11
	Prec 4	Bio 13	Prec 9	Bio 14
	Prec 9	Bio 16	Prec 12	Bio 15
	Prec 10	Bio 18	Bio 2	Bio 17
	Prec 11	Alt	Bio 4	Bio 19
	Prec 12	Vegetación	Bio 5	Tmax
	Bio 1		Bio 6	Tmin
			Bio 8	
<i>Phyllodactylus interandinus</i>	Prec 1	Bio 1	Prec 5	Bio 8
	Prec 2	Bio 3	Prec 7	Bio 9
	Prec 3	Bio 12	Prec 8	Bio 10
	Prec 4	Bio 13	Prec 9	Bio 11
	Prec 8	Bio 15	Prec 12	Bio 14
	Prec 9	Bio 16	Bio 2	Bio 17
	Prec 10	Bio 18	Bio 4	Bio 19
	Prec 11	Alt	Bio 5	Tmax
	Prec 12	Vegetación	Bio 6	Tmin
			Bio 7	
<i>Stenocercus huancabambae</i>	Prec 1	Bio 3	Prec 5	Bio 8
	Prec 2	Bio 12	Prec 6	Bio 9
	Prec 3	Bio 13	Prec 9	Bio 10
	Prec 4	Bio 15	Prec 7	Bio 11
	Prec 9	Bio 16	Prec 8	Bio 14
	Prec 10	Bio 18	Prec 12	Bio 15
	Prec 11	Vegetación	Bio 4	Bio 17
	Prec 12		Bio 5	Bio 19
			Bio 6	Tmax
			Bio 7	Tmin

Fuente: Elaboración propia

Los principales factores externos son de orden geográfico y expresan las limitaciones que condicionan la accesibilidad de las especies hacia algunas áreas ambientalmente aptas como las barreras geográficas, los mapas presentados también sugieren algunos límites de dispersión para las especies de estudio, donde los resultados de modelamiento señalan que por características climáticas favorables podrían sobrevivir y formar poblaciones.

En la cartografía presentada será observable que la variable categórica añadida acota los resultados a las áreas que cuentan con el tipo de cobertura vegetal coincidente con los registros de presencia de nuestras especies, ajustando significativamente la distribución potencial de las especies de estudio.

TABLA N° 5.5. Áreas de distribución potencial presente de acuerdo a variables climáticas.

Código	Intervalos	<i>B. intermedia</i>	<i>P. interandinus</i>	<i>S. huancabambae</i>
CMA	0.8 – 1.0	94.52 km ²	79.32 km ²	400.23 km ²
CA	0.6 – 0.8	742.69 km ²	879.95 km ²	1184.43 km ²
CM	0.4 – 0.6	1164.57 km ²	1747.8 km ²	4438.32 km ²
CB	0.2 – 0.4	2105.05 km ²	4308.66 km ²	18342.15 km ²
TOTAL	0.2 – 1.0	4106.83 km ²	7015.73 km ²	24365.13 km ²

Fuente: Elaboración propia

TABLA N° 5.6. Áreas de distribución potencial presente de acuerdo a variables climáticas y la variable categórica de vegetación.

Código	Intervalos	<i>B. intermedia</i>	<i>P. interandinus</i>	<i>S. huancabambae</i>
CMA	0.8 – 1.0	110.72 km ²	54.52 km ²	310.02 km ²
CA	0.6 – 0.8	723.6 km ²	914.87 km ²	1471.62 km ²
CM	0.4 – 0.6	1279.13 km ²	1647.89 km ²	2833.28 km ²
CB	0.2 – 0.4	1765.42 km ²	1652.78 km ²	5544.67 km ²
TOTAL	0.2 – 1.0	3878.87 km ²	4270.06 km ²	10159.59 km ²

Fuente: Elaboración propia

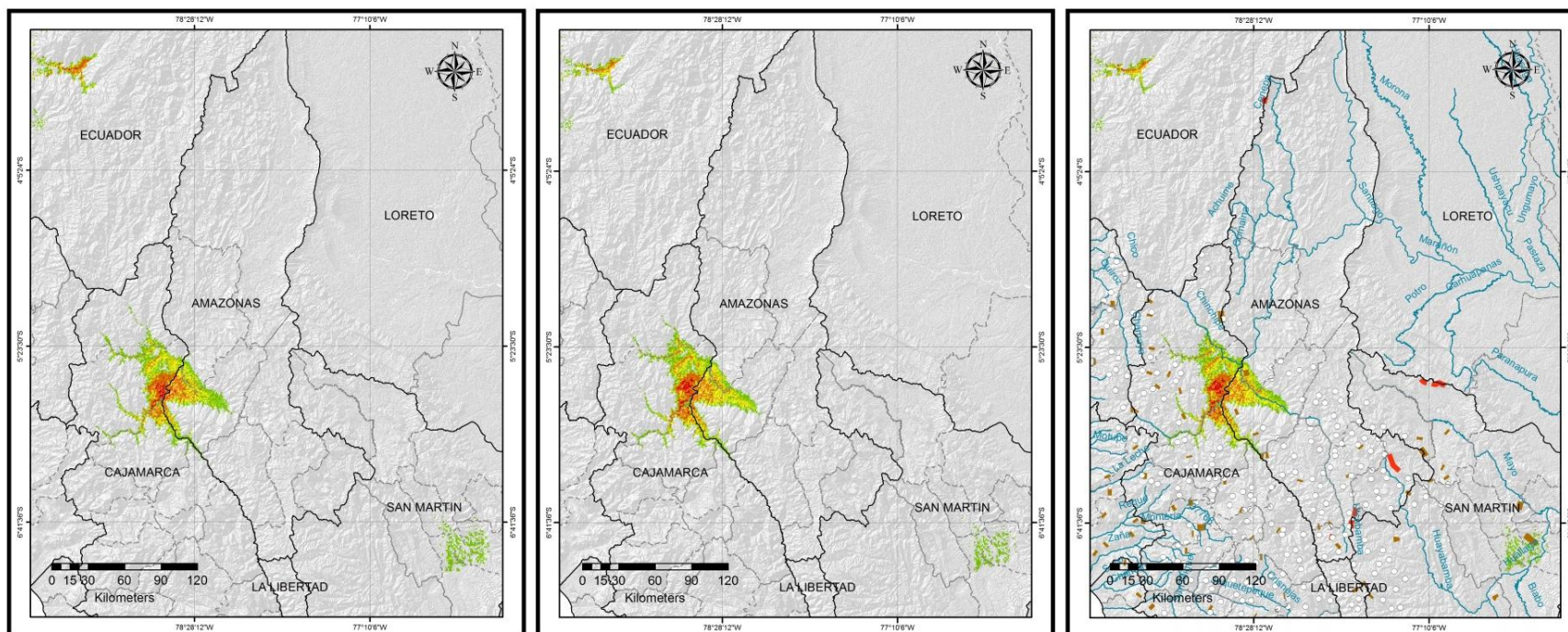
En el período 1990 – 2000, al que nos referiremos como línea de base, en el caso de la especie *B. intermedia*, la distribución potencial presente, en función de sus características climáticas, tiene mayor extensión total. Sin embargo, de acuerdo a la variable de zonas de vida se pueden identificar áreas climáticamente favorables que no serían ecológicamente aptas por no presentar la cobertura vegetal que caracteriza el hábitat físico de la especie. En función a ello y a los intervalos CMA y CA, el área de distribución de la especie *B. intermedia* incluiría las provincias de Jaén y Utcubamba, distritos de Bellavista especialmente en el sur, El Milagro, Jaén, Bagua Grande al norte y el extremo este de Cumba. En menor proporción podría extenderse en las provincias de Cutervo, y Bagua, en la zona norte de los distritos de Choros y Toribio de Mendoza, y, al sur de los distritos de Copallin y Bagua.

MAPA N° 5.4. Área de distribución potencial presente comparativa de la especie *Bachia intermedia*

Área de distribución presente de acuerdo a variables climáticas

Área de distribución presente de acuerdo a variables climáticas y categorías de vegetación.

Área de distribución presente y barreras geográficas



**Especialidad de Geografía y
Medio ambiente**

Elaborado por: Thalía Quispe Cajahuanca

Fecha: 30 - 03 - 2015



Sistema de coordenadas WGS 1984

Fuentes de datos:

ANA, 2015
IGN, 2002
INEI, 2011
Resultados propios



Se distinguieron parches de distribución localizados en Ecuador y en la región San Martín, de acuerdo al ajuste del modelo por la inclusión de la variable de vegetación se observa que la extensión de los parches se ubica en el intervalo de certeza baja, principalmente estarían incluidos como áreas aptas por sus características climatológicas.

TABLA N° 5.7. Localidades comprendidas por el área de distribución potencial presente de la especie *Bachia intermedia*.

Departamento	Provincia	Distrito	CMA	CA	CM	CB
Amazonas	Utcubamba	El Milagro		x		
		Bagua Grande		x		
		Cumba		x		
		Cajaruro			x	
		Yamon			x	
		Lonya Grande.				x
	Bagua	Bagua				
		El Parco		x		
		Copallin			x	
	Cajamarca	Cutervo	Choros		x	
Toribio de Mendoza				x		
Toribio Casanova					x	
Santo Tomás					x	
San Ignacio		Chirinos			x	x
		Huarango			x	
		La Coipa				x
		San José del Alto				x
Jaén		Santa Rosa				x
		Collasay				x
	Bellavista	x				
	Jaén	x				
	Pucará				x	

Fuente: Elaboración propia

La distribución potencial presente de *P. interandinus*, de acuerdo a los intervalos CMA y CA, comprendería casi en su totalidad a los distritos de Bellavista y el Milagro, provincias de Jaén y Utcubamba. La distribución estimada se extiende en menor medida en los distritos de Choros en la provincia de Cutervo, Jaén en la provincia de Jaén y Cumba, en la provincia de Utcubamba.

En el caso de *S. huancabambae* su distribución abarca mayoritariamente las provincias de Utcubamba y Bagua, su distribución se focaliza casi en su totalidad y de acuerdo a los intervalos CMA y CA, en los distritos de El Milagro, Bagua, La Peca, y El Parco, ocupando grandes extensiones de las citadas localidades, así como, una porción significativa del distrito de Bellavista en la provincia de Jaén. También debemos mencionar el sur del distrito de Santa Rosa y el este del distrito de Jaén en la provincia de Jaén; el sur del distrito de Chirinos en la provincia de San Ignacio, la zona

sureste de Cajaruro y el norte de Bagua Grande en la provincia de Utcubamba. Es observable que el intervalo CB es más amplio que en el caso de las especies *B. intermedia* y *P. interandinus*.

TABLA N° 5.8. Localidades comprendidas por el área de distribución potencial presente de la especie *Phyllodactylus interandinus*.

Departamento	Provincia	Distrito	CMA	CA	CM	CB		
Amazonas	Utcubamba	El Milagro	x	x				
		Cumba		x				
		Cajaruro				x		
		Bagua Grande				x		
		Yamon				x		
		Jamalca					x	
	Bagua	Bagua				x		
		Copallín				x		
Cajamarca	Cutervo	El Parco	x	x				
		Choros		x				
		Santo Tomás				x		
		Cujillo				x		
		Callayuc					x	
		Santa Cruz					x	
		Pinpingos					x	
		San Ignacio	Chirinos					x
			La Coipa					x
	San José del Alto						x	
	Huarango						x	
	Jaén	Bellavista	x	x				
		Jaén	x					
Colasay						x		

Fuente: Elaboración propia

A nivel del intervalo CM, se distinguen que la distribución se amplía significativamente hasta el límite departamental con la región de Piura en dirección este y hacia sur incorpora la provincia de Chota. También se distinguen parches dispersos en más del 50% de la provincia de Cutervo y, en las inmediaciones de la línea fronteriza entre la provincia de Jaén y el departamento de Piura. De acuerdo al intervalo CB, las dimensiones del área de distribución actual se proyectan hacia el Ecuador, sin embargo, es preciso indicar el alto grado de incertidumbre que caracteriza al intervalo mencionado, por otro lado, aquella extensión no sería probable debido a la presencia de barreras geográficas.

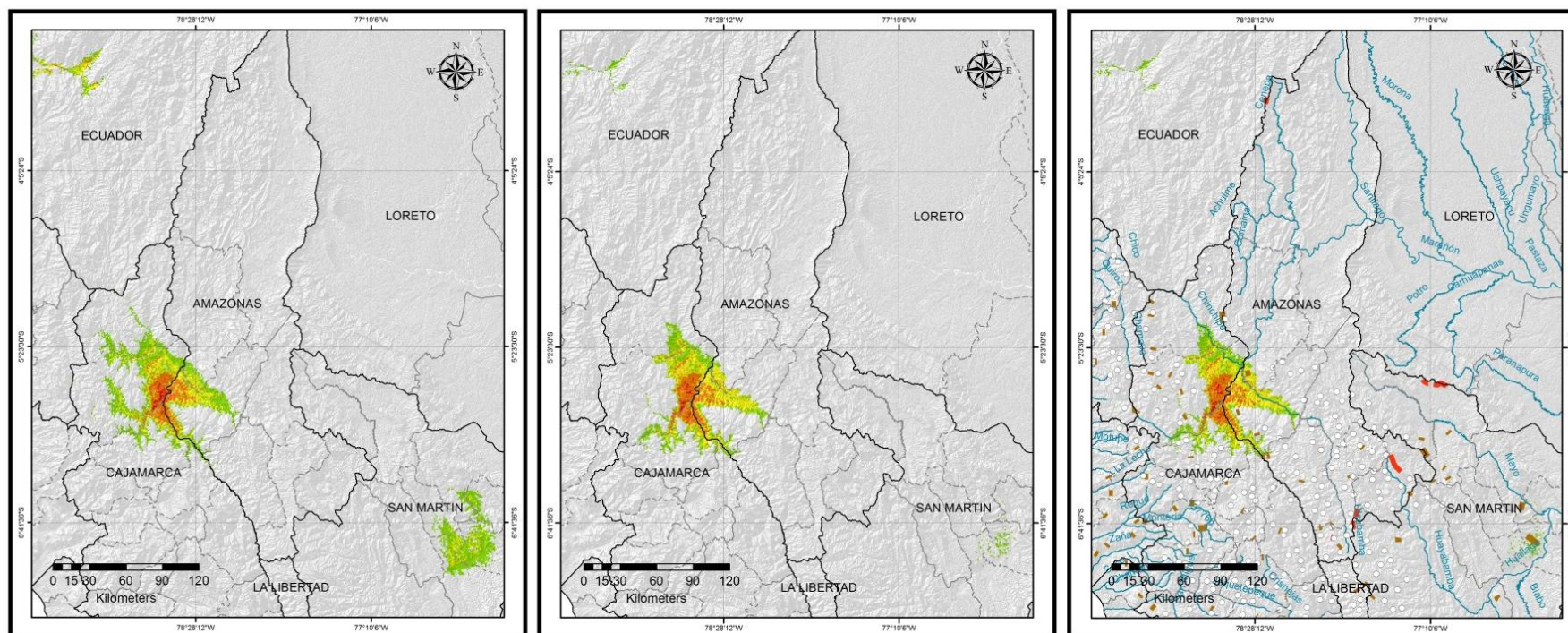
La distribución potencial presente de las tres especies abarca localidades en las cuales no han sido registradas hasta la actualidad. La documentación señala la presencia de las especies en 14 localidades, de acuerdo al modelamiento, se identificaron alrededor de 7 localidades nuevas considerando los intervalos CMA, CA y CM donde podrían localizarse los taxones con mayor probabilidad.

MAPA N° 5.5. Área de distribución potencial presente comparativa de la especie *Phyllodactylus interandinus*

Área de distribución presente de acuerdo a variables climáticas

Área de distribución presente de acuerdo a variables climáticas y categorías de vegetación.

Área de distribución presente y barreras geográficas



**Especialidad de Geografía y
Medio ambiente**

Elaborado por: Thalía Quispe Cajahuanca

Fecha: 30 - 03 - 2015



Sistema de coordenadas WGS 1984

Fuentes de datos:

ANA, 2015
IGN, 2002
INEI, 2011
Resultados propios

Simbología

-  Límite departamental
-  Límite provincial
- Área de distribución**
 -  0.8 - 1.0
 -  0.6 - 0.8
 -  0.4 - 0.6
 -  0.2 - 0.4
 -  No Data
-  Cotas de altitud: 2279 m.s.n.m. - 42222 m.s.n.m.
-  Cordilleras
-  Cerros
-  Ríos principales

En términos de extensión general, la especie con la distribución potencial presente más amplia es el *S. huancabambae* con 10159.59 km², en contraste *B. intermedia* presenta la menor extensión abarcando 3878.87 km², *P. interandinus* mantiene una distribución de intermedia de 4270.06 km².

TABLA N° 5.9. Localidades comprendidas por el área de distribución potencial presente de la especie *Stenocercus huancabambae*.

Departamento	Provincia	Distrito	CMA	CA	CM	CB
Amazonas	Utcubamba	El Milagro	x	x		
		Cumba				x
		Cajaruro		x		
		Bagua Grande		x		
		Yamon				x
		Jamalca				x
		Lonya Grande				x
	Bagua	Bagua		x		
		Copallín				
		El Parco		x		
		La Peca		x		
	Luya	Aramango			x	
		Camporredondo				x
		Chimban				x
	Bongara	Providencia				x
		Shipasbamba				x
	Cutervo	Choros				x
		Santo Tomás				x
		Cujillo				x
		Callayuc			x	
		Santa Cruz			x	
		Pinpingos			x	
		Santo Domingo de la Capilla			x	
		Toribio Casanova				x
	San Ignacio	Chirinos		x		
		La Coipa				x
		San José del Alto				x
		Huarango			x	
		San Ignacio			x	
		San José de Lourdes			x	
		Tabaconas				x
Cajamarca	Jaén	Namballe				x
		Bellavista	x	x		
		Jaén		x		x
		Colasay			x	
		Santa Rosa		x		
		Chontali				x
		Pomahuaca				x
		Santo Toribio del Alto				x
		Huabal				x
		Las Pirias				x
	Chota	Pion				x

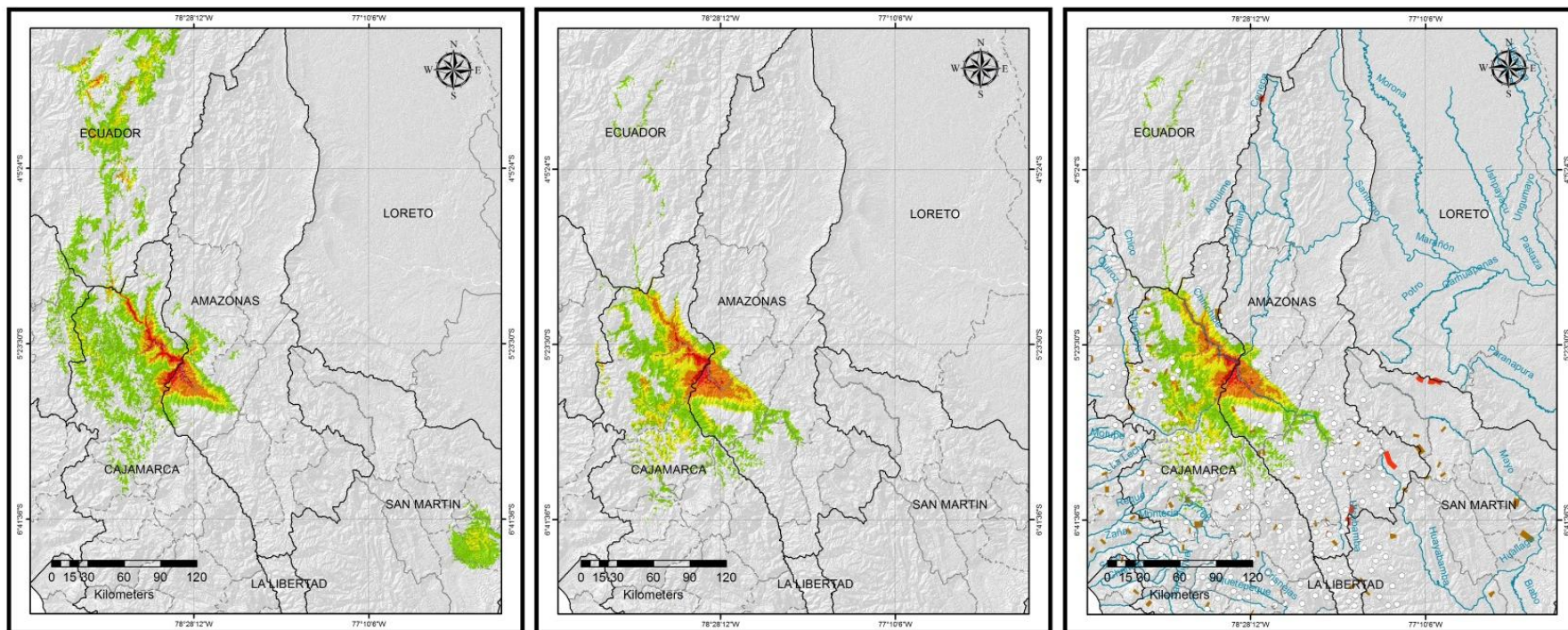
Fuente: Elaboración propia

MAPA N° 5.6. Área de distribución potencial presente comparativa de la especie *Stenocercus huancabambae*

Área de distribución presente de acuerdo a variables climáticas

Área de distribución presente de acuerdo a variables climáticas y categorías de vegetación.

Área de distribución presente y barreras geográficas



**Especialidad de Geografía y
Medio ambiente**

Elaborado por: Thalía Quispe Cajahuanca

Fecha: 30 - 03 - 2015



Sistema de coordenadas WGS 1984

Fuentes de datos:

ANA, 2015
IGN, 2002
INEI, 2011
Resultados propios

Simbología

-  Límite departamental
-  Límite provincial
-  Área de distribución
-  0.8 - 1.0
-  0.6 - 0.8
-  0.4 - 0.6
-  0.2 - 0.4
-  No Data
-  Cotas de altitud: 2279 m.s.n.m. - 4222 m.s.n.m.
-  Cordilleras
-  Cerros
-  Ríos principales

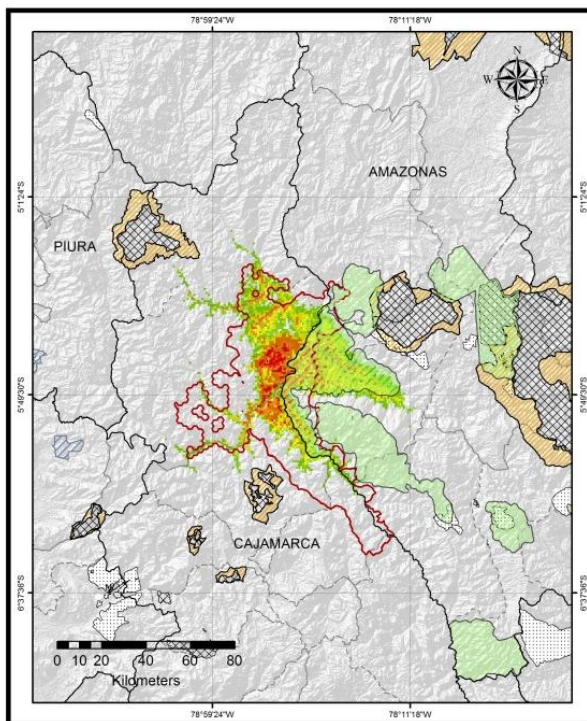
El tamaño promedio de la distribución actual estimada de las tres especies evaluadas de 6102.84 km², caracterizando un área de distribución restringida en concordancia con su grado de endemismo.

Debido a que las especies han sido registradas como endémicas del Perú y a nivel regional, de los departamentos de Amazonas y Cajamarca, las estimaciones que se localicen fuera de esta circunscripción han sido denominadas anomalías. No se encontraron anomalías en la distribución de la especie *P. internadinus*, como en el caso de algunos parches estimados en San Martín para la especie *B.intermedia*. Igualmente, se identificaron áreas en la región San Martín y Ecuador en la distribución potencial de la especie *S. huancabambae*. Es interesante observar que alrededor del 20 % de la distribución del *S. huancabambae* se le podría considerar como una sobreestimación del programa basado en la compatibilidad de características climáticas. Sin embargo, cabe destacar que intervalo CB no sentencia a que la especie no ocurra en dichos espacios sino que existe una menor probabilidad de que suceda realmente en toda la extensión. Según Cadle (1991) el género *Stenocercus* se presenta en toda América Latina por lo que no se puede descartar la presencia de la especie en Ecuador. En el caso de ambas especies la inclusión de estas áreas manifiesta por el programa indica una composición de alta similitud en cuanto a patrones ambientales y clima. El área de distribución actual se vuelve menos probable a medida que se proyecta hacia el norte del distrito de Bellavista en Cajamarca.

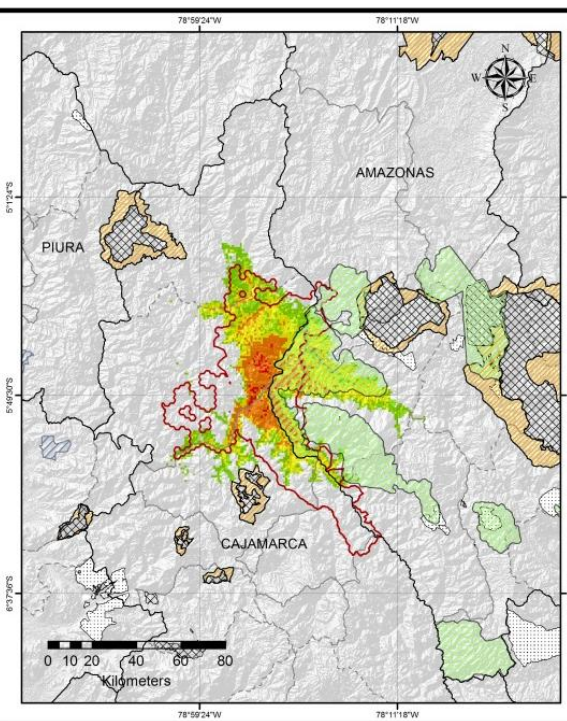
Las áreas de distribución presente estimadas concuerdan con algunos límites geográficos como los ríos Chinchipe y Utcubamba al norte, cerros y cotas que marcan límites altitudinales. Debido a que las especies de estudio se presentan a nivel altitudinal entre los 200 m.s.n.m - 900 m.s.n.m, elevaciones a partir de los 2000 m.s.n.m señalan límites de dispersión a modo de barreras geográficas, en relación a ello, se observa que las distribuciones obtenidas están delimitadas por cotas entre los 2000 m.s.n.m. - 4000 m.s.n.m. Igualmente, tienen coherencia con la fisiografía del área de estudio, identificado como un espacio encajonado rodeado de montañas de mayor pendiente. De este modo analizando la extensión de las distribuciones potenciales presentes en función de los límites de dispersión geográficos señalados, se observa que mayoritariamente los resultados no sobrepasan estas barreras groseramente, lo cual, añade validez a los resultados del modelamiento actual obtenidos. Asimismo, evidenciaría que las áreas en San Martín y Ecuador podrían ser sobreestimaciones considerando que sobrepasan los límites de dispersión. Sin embargo, no se puede descartar que las condiciones ambientales favorables puedan coincidir con la presencia de metapoblaciones de las especies evaluadas.

MAPA N° 5.7. Área de distribución potencial presente y áreas de conservación

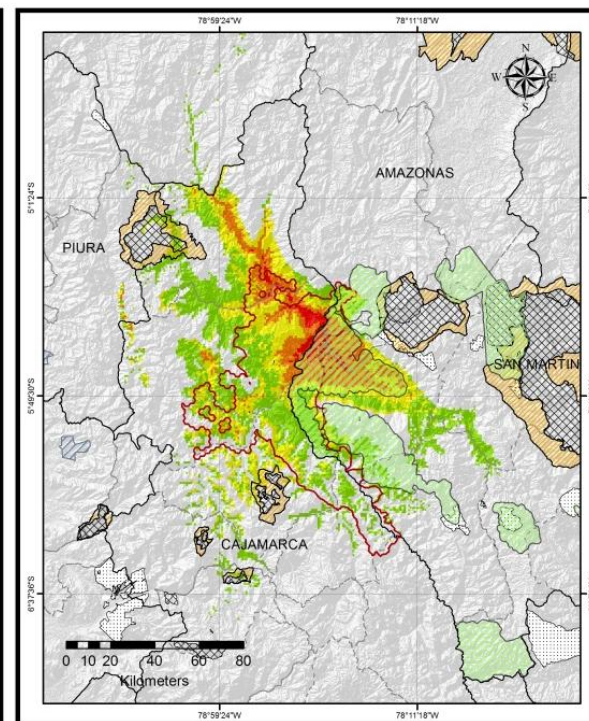
Área de distribución potencial presente y áreas de conservación de la especie *Bachia intermedia*



Área de distribución potencial presente de acuerdo a variables climáticas y categorías de vegetación.



Área de distribución potencial presente y áreas de conservación de la especie *Stenocercus huancabambae*



**Especialidad de Geografía y
Medio ambiente**

Elaborado por: Thalía Quispe Cajahuanca

Fecha: 30 - 03 - 2015

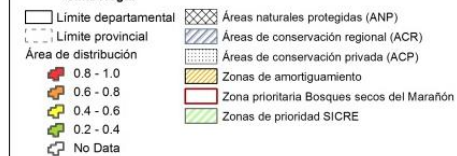


Sistema de coordenadas WGS 1984

Fuentes de datos:

INEI, 2011
SERNANP, 2015
SICRE, 2015
ZEE Cajamarca, 2011
RESULTADOS PROPIOS

Simbología



Las dimensiones del área de distribución potencial presente también son observables en los productos cartográficos, se puede visualizar que las áreas de condiciones ambientales favorables son muy escasas en los departamentos de Amazonas y Cajamarca. De acuerdo a los documentos que describen holotipos de las especies evaluadas, las especies se circunscriben a las zonas de vida de bosques secos y matorral espinoso, a excepción de la especie *S. huancabambae* que manifiesta una distribución más flexible hasta la zona de vida transicional a bosque húmedo. En el área de estudio se concentra el 26.5% de la distribución presente estimada de la especie *B. intermedia*, el 26.4% de la especie *P. interandinus* y el 11.5% de la especie *S. huancabambae*. La distribución potencial presente de las especies constituye un promedio de 94.4% del área de estudio.

Al evaluar la superposición de las distribuciones actuales con el territorio protegido bajo áreas de conservación, se evidenció que ninguna ANP nacional ni ACP se localiza en la distribución geográfica de las especies *P. interandinus* y *B. intermedia*. La especie *S. huancabambae* bordea los alrededores del Santuario Nacional Tabaconas Namballe; sin embargo, el área que se superpone forma parte del intervalo que indica una baja probabilidad de presencia y su extensión de 0.7% no resulta representativa. Por otro lado, las áreas de mayor probabilidad de ocurrencia no se encuentran en ningún área de conservación para ninguna de las especies estudiadas. Debido a ello, no es posible considerar a las especies evaluadas bajo ningún régimen de protección, actualmente. Esta observación es crítica al identificar que el 54.4% de la distribución de la especie *B. intermedia*, el 59.7% de la distribución de la especie *P. interandinus* y el 32.4% de la especie *S. huancabambae* se ubican en el sitio de alta prioridad Bosques secos del Maraón y límite del bosque de la Cordillera Real Oriental. En los tres casos las ANP más cercanas son el Santuario Nacional Tabaconas Namballe al norte y al este la Reserva Comunal Chayu Naín y el Santuario Nacional Cordillera de Colán, con sus respectivas zonas de amortiguamiento.

De acuerdo al SICRE (APECO, 2009) el 28.2%, el 26.3% y el 16.1% de la distribución potencial presente de las especies *B. intermedia*, *P. interandinus* y *S. huancabambae*, respectivamente, estarían incluidas en el área propuesta 1, Bosque seco entre Bagua y Bagua Grande y en el área propuesta 5, Divisoria del río Maraón y Utcubamba. En el caso de la especie *S. huancabambae* el porcentaje señalado también incluiría el área propuesta 4, Bosque semi – caducifolio del distrito de Aramango. Es importante señalar que en los tres casos la distribución en el área propuesta 5 no resultaría representativa por el bajo grado de certeza y por sus dimensiones siendo el área propuesta 1 la más significativa con intervalos interesantes CM, CA y en menor

proporción CMA. Si bien los espacios de conservación propuestos a nivel regional señalados podrían aportar a la conservación de las especies endémicas de estudio continúa pendiente su aprobación.

5.2 DISTRIBUCIÓN POTENCIAL FUTURA: ESCENARIOS RCP2.6 Y RCP8.5

El modelamiento de distribución de especies en conjunto con las proyecciones climáticas obtenidas, permitieron la definición del área potencial estimada a un intervalo de 35 años al 2050, para cada una de las tres especies de estudio.

TABLA N° 5.10. Áreas de distribución potencial de acuerdo a variables biofísicas y climáticas (RCP 2.6)

Código	Intervalos	<i>B. intermedia</i>	<i>P. interandinus</i>	<i>S. huancabambae</i>
CMA	0.8 – 1.0	746.92 km ²	928.65 km ²	652.1 km ²
CA	0.6 – 0.8	1830.94 km ²	2621.47 km ²	1581.29 km ²
CM	0.4 – 0.6	7464.82 km ²	4689.04 km ²	1660.79 km ²
CB	0.2 – 0.4	29906.8 km ²	8541.93 km ²	2881.92 km ²
TOTAL	0.2 – 1.0	39949.48 km ²	16781.08 km ²	6776.10 km ²

Fuente: Elaboración propia

TABLA N° 5.11. Áreas de distribución potencial de acuerdo a variables biofísicas, climáticas y variable categórica de vegetación (RCP 2.6).

Código	Intervalos	<i>B. intermedia</i>	<i>P. interandinus</i>	<i>S. huancabambae</i>
CMA	0.8 – 1.0	519.1 km ²	591.5 km ²	685.6 km ²
CA	0.6 – 0.8	1450.9 km ²	1947.2 km ²	2183.8 km ²
CM	0.4 – 0.6	1269.7 km ²	1322.8 km ²	3847.3 km ²
CB	0.2 – 0.4	2039.6 km ²	2958.9 km ²	5234.8 km ²
TOTAL	0.2 – 1.0	5279.3 km ²	6820.3 km ²	11951.5 km ²

Fuente: Elaboración propia

En función del escenario RCP 2.6 o escenario de mínima emisión de carbono o cambio climático controlado con esfuerzos efectivos de mitigación, se observa, en el caso de la especie *B. intermedia*, la ampliación del área total de distribución potencial futura en 36.1% respecto a la línea de base; destacando una tendencia al incremento de las áreas aptas, de las condiciones climáticas favorables y de la distribución. Asimismo, se acentúa al área de mayor nivel de certeza en el intervalo CA otorgando

en conjunto con el intervalo CMA un alto grado de precisión a 37.3% de la distribución potencial futura estimada para la especie señalada.

La certeza de zonas aptas se incrementa hacia el sur pero se van incorporando nuevas áreas del norte, En función a los intervalos CMA y CA la distribución potencial futura de la especie *B. intermedia* abarca casi la totalidad del área de estudio y del distrito de Bagua y El Parco. Se mantiene el área ocupada en los distritos el Jaén, Choros, Toribio Casanova, Cumba, el sur de Cajaruro y el éste de Bagua Grande, ampliándose al sur del distrito de Cajaruro, en las provincias de Jaén, Cutervo y Utcubamba, respectivamente. En las áreas señaladas se visualizaron mejoras significativas del grado de certeza CM a CA.

TABLA N° 5.12. Localidades comprendidas por la distribución potencial futura de la especie *Bachia intermedia* (RCP2.6).

DEPARTAMENTO	PROVINCIA	LOCALIDADES	CMA	CA	CM	CE
Amazonas	Utcubamba	El Milagro	x	x		
		Bagua Grande		x		
		Cajaruro		x		
		Cumba	x	x		
		Jamalca			x	
		Yamon			x	
		Lonya Grande			x	
	Bagua	Bagua		x		
		El Parco		x		
		La Peca			x	
		Copallin			x	
	Jaén	Bellavista	x	x		
		Jaén	x			
		Santa Rosa			x	
		Collasay			x	
		Pucará				x
Cajamarca	Cutervo	Choros	x	x		
		Toribio Casanova		x		
		Cujillo				
		Santo Tomás				
	San Ignacio	Chirinos			x	
		Huarango			x	
		La Coipa				x
		San José del Aosa			x	x

Fuente: Elaboración propia

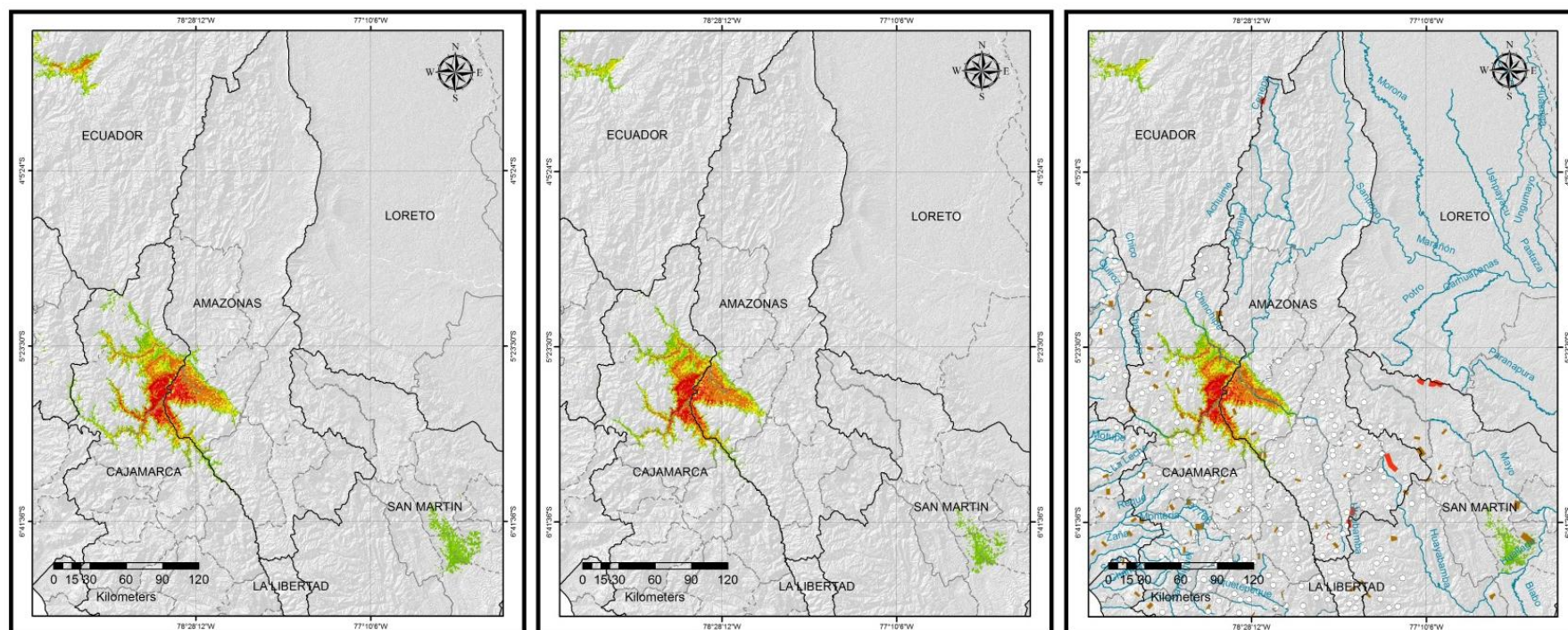
De acuerdo al escenario RCP 2.6, el modelamiento sin la variable de zonas de vida se ampliaría la extensión del fragmento de distribución ubicado en el Ecuador adquiriendo relevancia por sus valores de intervalo CA y CM; sin embargo, al añadir la variable categórica citada, se ajustó el modelo eliminando la probabilidad de distribución en ésta zona por incompatibilidad de hábitat. Los fragmentos localizados en el departamento de San Martín disminuyeron en extensión, la probabilidad de distribución, continúa al interior del intervalo CB.

MAPA N° 5.8. Área de distribución potencial futura comparativa de la especie *Bachia intermedia*, escenario RCP2.6

Área de distribución presente de acuerdo a variables climáticas

Área de distribución presente de acuerdo a variables climáticas
y categorías de vegetación.

Área de distribución presente y barreras geográficas



**Especialidad de Geografía y
Medio ambiente**

Elaborado por: Thalía Quispe Cajahuanca

Fecha: 30 - 03 - 2015



Sistema de coordenadas WGS 1984

Fuentes de datos:

ANA, 2015
IGN, 2002
INEI, 2011
Resultados propios

Simbología

- Límite departamental
- Límite provincial
- Escenario RCP2.6
 - 0.8 - 1.0
 - 0.6 - 0.8
 - 0.4 - 0.6
 - 0.2 - 0.4
 - No Data
- Cotas de altitud: 2279 m.s.n.m. - 4222 m.s.n.m.
- Cordilleras
- ▲ Cerros
- Ríos principales

En el caso del *P. interandinus*, se visualiza una ampliación de su área de distribución en 59.7%, respecto a la línea de base. El intervalo mayoritario continúa siendo de certeza baja; sin embargo el segundo intervalo mayoritario es de certeza alta, aportando en conjunto con el intervalo CMA un alto grado de precisión a 37.2 % de la distribución potencial futura estimada.

La nueva distribución de acuerdo a los intervalos CMA y CA se mantendría centrada en los distritos de El Milagro, abarcando la totalidad del distrito, Bellavista, Choros, El Parco y Bagua en la provincia de Utcubamba, Jaén, Cutervo y Bagua, respectivamente. Alcanzando en menor medida el este del distrito de Cumba, el norte de los distritos de Toribio Casanova y Santo Tomás, y el este del distrito de Jaén, en las provincias de Utcubamba, Cutervo y Jaén.

TABLA N° 5.13. Localidades comprendidas por la distribución potencial futura de la especie *Phyllodactylus interandinus* (RCP2.6).

DEPARTAMENTO	PROVINCIA	LOCALIDADES	CMA	CA	CM	CE
Amazonas	Utcubamba	El Milagro	x	x		
		Cumba	x	x		
		Bagua Grande		x	x	
		Cajaruro		x	x	
		Yamon		x		
		Lonya Grande			x	
		Jamalca			x	x
	Bagua	El Parco		x		
		Bagua		x	x	
		La Peca			x	x
	Luya	Copallín				x
		Camporeondo			x	x
Cajamarca	Jaén	Bellavista	x		x	
		Jaén	x			
		Colasay			x	x
		Santa Rosa				x
		Pomahuaca				x
		Chontali				x
		San José del Alto				x
		Pucara				x
		Huabal			x	
		Las Pirias			x	
	Cutervo	Choros	x			
		Pinpingos		x	x	
		Santa Cruz		x	x	
		Callayuc			x	x
		Cujillo		x		
		Querocotillo				x
		Toribio Casanova		x		
		Santo Tomás		x		
	San Ignacio	La Coipa			x	x
		Huarango			x	x
		Chirinos			x	x

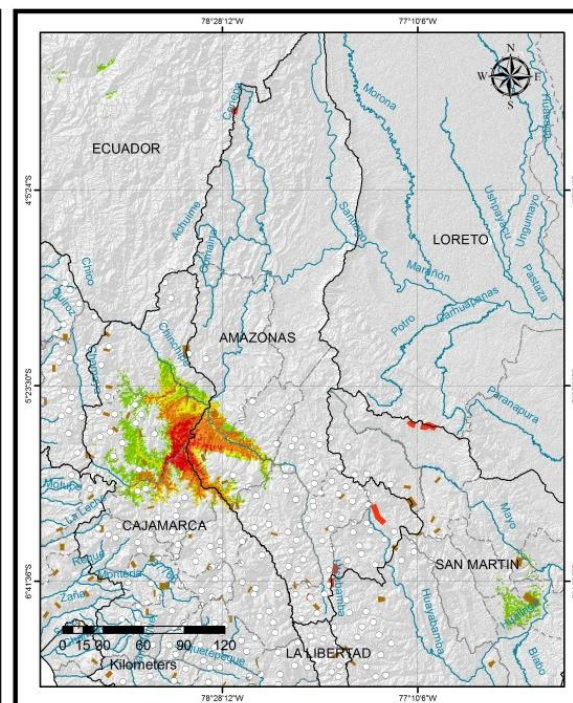
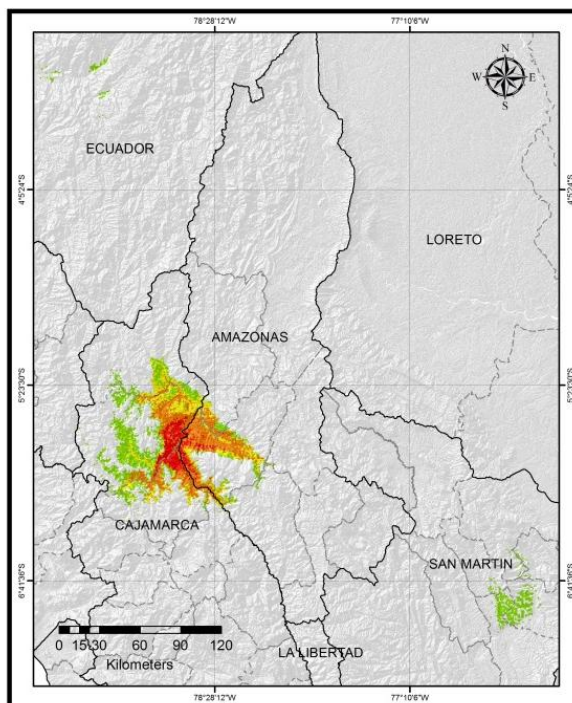
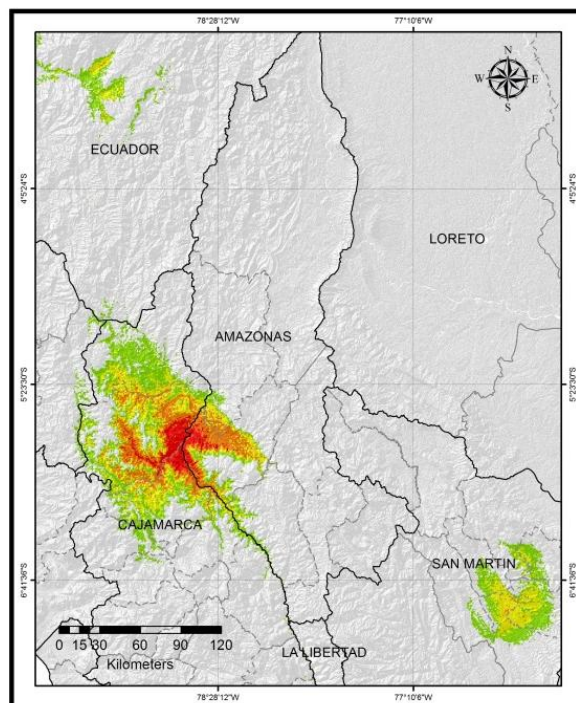
Fuente: Elaboración propia

MAPA N° 5.9. Área de distribución potencial futura comparativa de la especie *Phyllodactylus interandinus*, escenario RCP2.6

Área de distribución presente de acuerdo a variables climáticas

Área de distribución presente de acuerdo a variables climáticas y categorías de vegetación.

Área de distribución presente y barreras geográficas



**Especialidad de Geografía y
Medio ambiente**

Elaborado por: Thalía Quispe Cajahuanca

Fecha: 30 - 03 - 2015



Sistema de coordenadas WGS 1984

Fuentes de datos:

ANA, 2015
IGN, 2002
INEI, 2011
Resultados propios

Simbología

- Limite departamental
 - - - Limite provincial
 - Cotas de altitud: 2279 m.s.n.m. - 42222 m.s.n.m.
 - Cordilleras
 - ▲ Cerros
 - Rios principales
- Escenario RCP2.6**
- 0.8 - 1.0
 - 0.6 - 0.8
 - 0.4 - 0.6
 - 0.2 - 0.4
 - No Data

Es interesante contrastar la variación del modelamiento al añadir la variable de zonas de vida a las variables bioclimáticas, para la especie *P. interandinus* también permite y realiza un ajuste realmente considerable al modelo, sustrayendo la distribución potencial reduciendo las dimensiones del área futura estimada en el Ecuador y en San Martín de intervalos CM y CB a fragmentos mínimos de baja probabilidad.

TABLA N° 5.14. Localidades comprendidas por la distribución potencial futura de la especie *Stenocercus huancabambae* en la región Amazonas (RCP2.6).

DEPARTAMENTO	PROVINCIA	LOCALIDADES	CMA	CA	CM	CE
Amazonas	Utcubamba	El Milagro	x	x		
		Bagua Grande	x	x	x	
		Cajaruro		x	x	
		Cumba			x	x
		Lonya Grande,				x
		Yamon			x	x
		Jamalca				x
	Bagua	Bagua	x	x	x	
		La Peca		x		
		El Parco		x		
		Copallín		x		
		Aramango			x	x
	Luya	Camporredondo				x
		San Geronimo				x
		Conila				x
		Santa Catalina				x
	Bongará	Shipasbamba				x
		Jazan				x
		Valera				x
		Churuja				x
		Yambrasbamba				x

Fuente: Elaboración propia

La distribución potencial futura del *S. huancabambae*, en un escenario de forzamiento RCP2.6, seguiría una tendencia incremental prolongándose hacia el norte similar a las especies *B. intermedia* y *P. interandinus*. El aumento porcentual respecto a la línea de base es de 17.6 %, constituyendo el menor incremento espacial; sin embargo, se debe considerar que la distribución potencial futura del *S. huancabambae* supera ampliamente en extensión a las especies *B. intermedia* y *P. interandinus*. El porcentaje referente a los intervalos CMA y CA resulta en un nivel alto de precisión para 24% del área estimada.

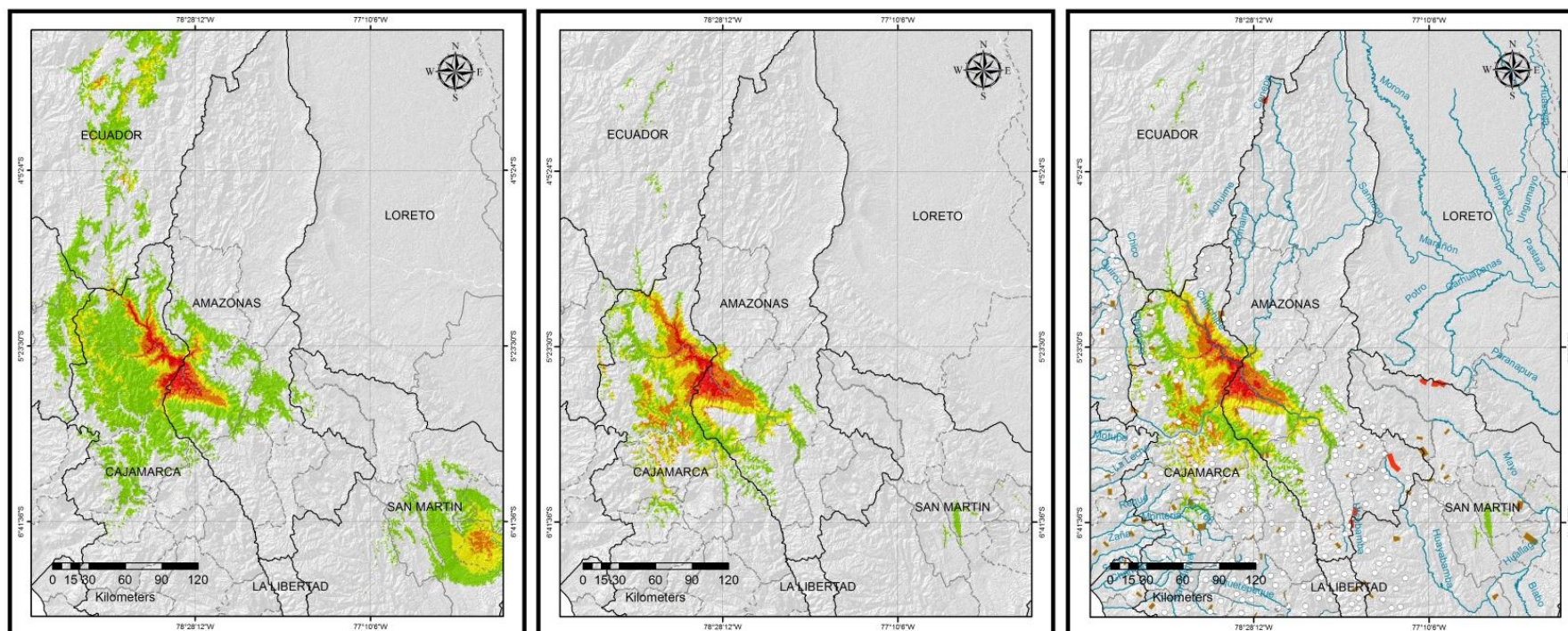
La distribución potencial futura, de acuerdo a los intervalos de mayor probabilidad, CMA y CA, contemplaría la provincia de Utcubamba y la zona este de la provincia de Jaén abarcando la totalidad distrito de El Milagro. Igualmente, abarcaría más del 50% de los distritos de Bagua y El Parco en la provincia de Bagua.

MAPA N° 5.10. Área de distribución potencial futura comparativa de la especie *Stenocercus huancabambae* escenario RCP2.6

Área de distribución presente de acuerdo a variables climáticas

Área de distribución presente de acuerdo a variables climáticas y categorías de vegetación.

Área de distribución presente y barreras geográficas



**Especialidad de Geografía y
Medio ambiente**

Elaborado por: Thalía Quispe Cajahuanca

Fecha: 30 - 03 - 2015



Sistema de coordenadas WGS 1984

Fuentes de datos:

ANA, 2015
IGN, 2002
INEI, 2011
Resultados propios

Simbología



Se incluiría una porción significativa de los distritos de Bagua, Copallin y La Peca en la provincia de Bagua, el distrito de Bagua Grande y el sur de Cajaruro en la provincia de Utcubamba y el distrito de Chirinos en la provincia de San Ignacio.

TABLA N° 5.15. Localidades comprendidas por la distribución potencial futura de la especie *Stenocercus huancabambae* en la región Cajamarca (RCP2.6).

DEPARTAMENTO	PROVINCIA	LOCALIDADES	CMA	CA	CM	CE
Cajamarca	Jaén	Bellavista	x	x	x	
		Santa Rosa	x	x	x	
		Jaén			x	
		Colasay			x	x
		Pomahuaca			x	x
		Chontali			x	x
		San José del Alto				x
		Huabal				x
		Las Pirias			x	x
		San Felipe				x
		Sallique				x
	Cutervo	Cujillo			x	x
		San Juan de Cutervo			x	x
		Pinpingos			x	
		Santa Cruz			x	
		Callayuc			x	
		Santo Tomás			x	x
		Santo Domingo de la Capilla			x	x
		Querocotillo			x	
		Choros				x
		Toribio Casanova				x
		San Luis de Lucma			x	
	San Ignacio	Chirinos		x		x
		Huarango		x		
		San José de Lourdes			x	
		San Ignacio		x	x	x
		La Coipa			x	x
		Tabaconas				x
		Namballe				x
	Chota	Anguía				x
		Chimban				x
		Pion				x
		Choropampa				x
		Providencia				x
		Ocumal				x
		Cochabamba				x
		Huambos				x
	Santa Cruz	Chancaybaños				x
		Santa Cruz				x
		Sexi				x
Piura	Huancabamba	Sondor				x

Fuente: Elaboración propia

Las estimaciones en las zonas de Ecuador y en la región San Martín son más pronunciadas y de gran tamaño en el mapa resultante con el empleo único de variables climáticas, pudiendo encontrar valores de los intervalos CMA y CA. A modo

comparativo en el mapa que incluye la variable categórica de zonas de vida se observa una reducción considerable del área estimada en las zonas citadas constituyendo áreas CB de baja probabilidad.

La distribución potencial a futuro en condiciones del forzamiento RCP2.6 se proyecta sobre espacios que correspondían a áreas de probabilidad menor en la distribución potencial presente. El modelo resultante distingue a la especie *S. huancabambae*, como la distribución potencial futura más amplia con 11951.5 km² en contraste la especie *B. intermedia* de dimensiones discretas ocuparía 5279.3 km², la especie *P. interandinus* mantiene una distribución intermedia de 6820.3 km². El promedio de la distribución futura estimada de las tres especies evaluadas es de 8017.0 km²,

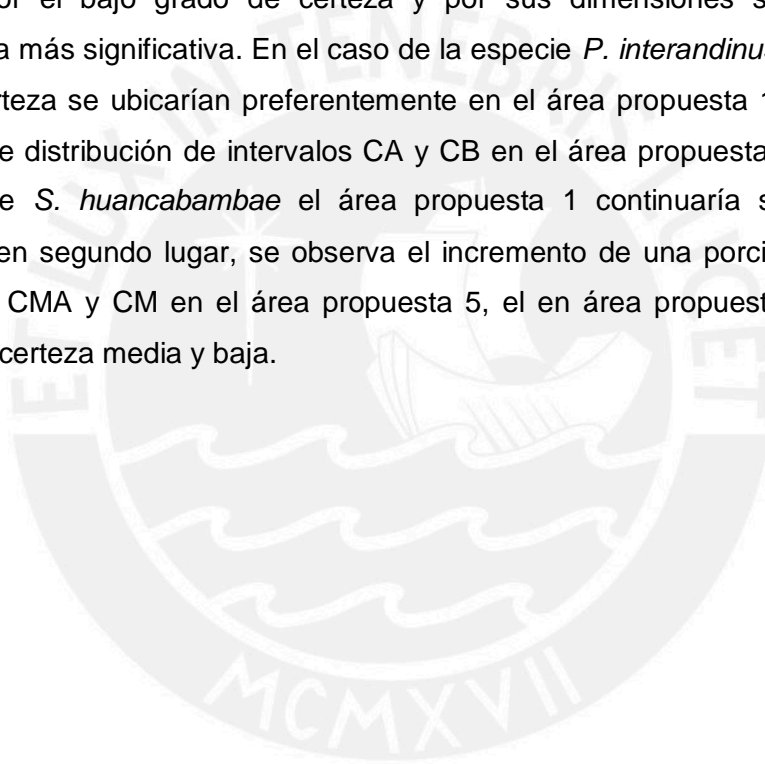
En el escenario RCP2.6 se concentra dentro del área de estudio el 20.8% de la distribución potencial estimada de la especie *B. intermedia*, el 16.7% de la especie *P. interandinus* y el 9.8% de la especie *S. huancabambae*. La distribución potencial presente de las especies constituye un promedio de 96.8% del área de estudio.

Al evaluar la superposición de las distribuciones actuales con el territorio protegido bajo áreas de conservación, se evidenció que ninguna ANP nacional ni ACP se localiza en la distribución geográfica de las especies *P. interandinus* y *B. intermedia*. La distribución de la especie *S. huancabambae* alcanza el Santuario Nacional Tabaconas Namballe; sin embargo, el área que se superpone se limita al 1%, lo cual, no resulta representativo. Es interesante observar que de acuerdo al escenario RCP2.6 el grado de certeza del área que calza con el área de conservación citada ha ascendido a valores de certeza media. Por otro lado, las áreas de mayor probabilidad de ocurrencia, en el caso de las tres especies de estudio, continúan sin estar contenidas en ningún área de conservación.

Con el incremento de la distribución potencial futura el 48.5 % de la distribución de la especie *B. intermedia*, el 44.8 % de la distribución de la especie *P. interandinus* y el 30.1 % de la especie *S. huancabambae* se ubican en el sitio de alta prioridad Bosques secos del Maraón y límite del bosque de la Cordillera Real Oriental. Si bien los valores han disminuido, aquello sólo responde en proporción al incremento de la distribución respecto a la estimación actual, resultando más significativa el área contenida por el aumento de los intervalos de certeza CA y CMA. En los tres casos las ANP más cercanas son el Santuario Nacional Tabaconas Namballe al norte, al este la Reserva Comunal Chayu Naín y el Santuario Nacional Cordillera de Colán, y al sur el Bosque de Protección Pagaibamba y la Zona Reservada Chancaybaños, con sus respectivas zonas de amortiguamiento.

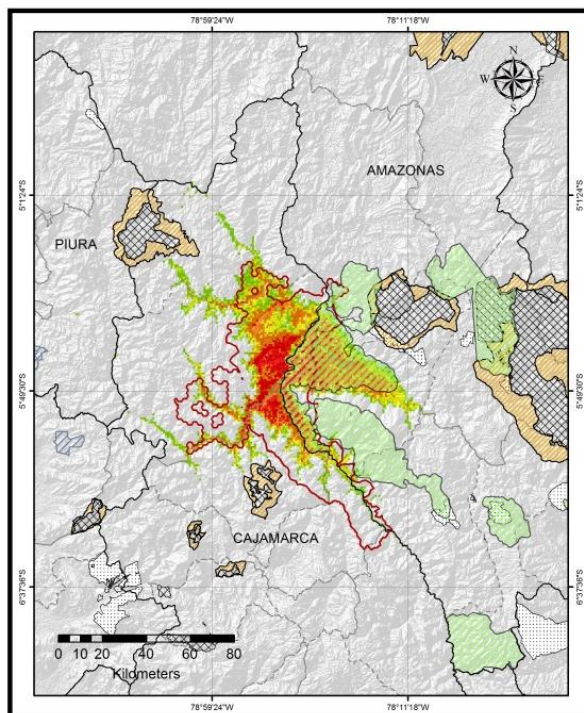
De acuerdo al SICRE (APECO, 2009) el 23.6%, el 18.4% y el 14.4% de la distribución potencial presente de las especies *B.intermedia*, *P. interandinus* y *S. huancabambae*, respectivamente, se mantendría en el área propuesta 1, Bosque seco entre Bagua y Bagua Grande y en el área propuesta 5, Divisoria del río Marañón y Utcubamba. En el caso de la especie el *S. huancabambae* su distribución potencial futura se mantendría, además, al interior del área propuesta 4, Bosque semi -caducifolio del distrito de Aramango. Es importante señalar que en los tres casos los valores porcentuales son menores por el incremento del área de distribución; sin embargo, la extensión del área contenida es mayor.

Las áreas propuestas 4 y 5 no resultarían representativas para la especie *B. intermedia* por el bajo grado de certeza y por sus dimensiones siendo el área propuesta 1 la más significativa. En el caso de la especie *P. interandinus* los intervalos de mayor certeza se ubicarían preferentemente en el área propuesta 1, encontrando fragmentos de distribución de intervalos CA y CB en el área propuesta 5. En el caso de la especie *S. huancabambae* el área propuesta 1 continuaría siendo la más significativa, en segundo lugar, se observa el incremento de una porción interesante de intervalos CMA y CM en el área propuesta 5, el en área propuesta 4 presentan intervalos de certeza media y baja.

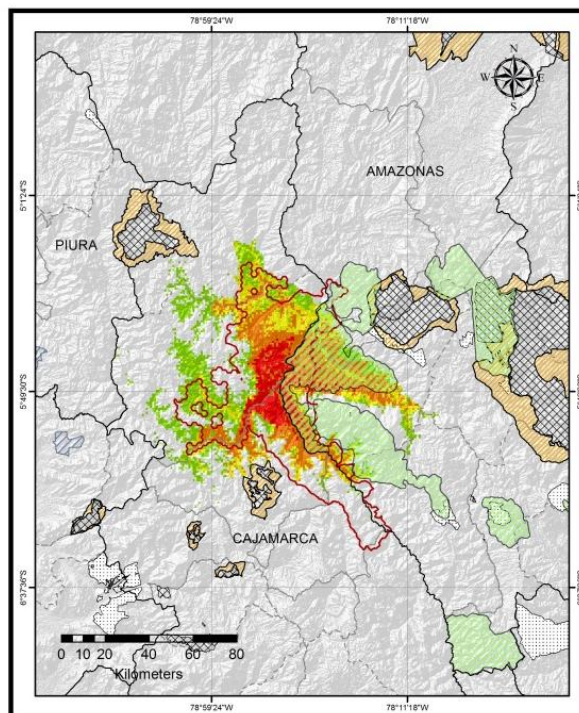


MAPA N° 5.11. Área de distribución potencial futura y áreas de conservación, escenario RCP2.6

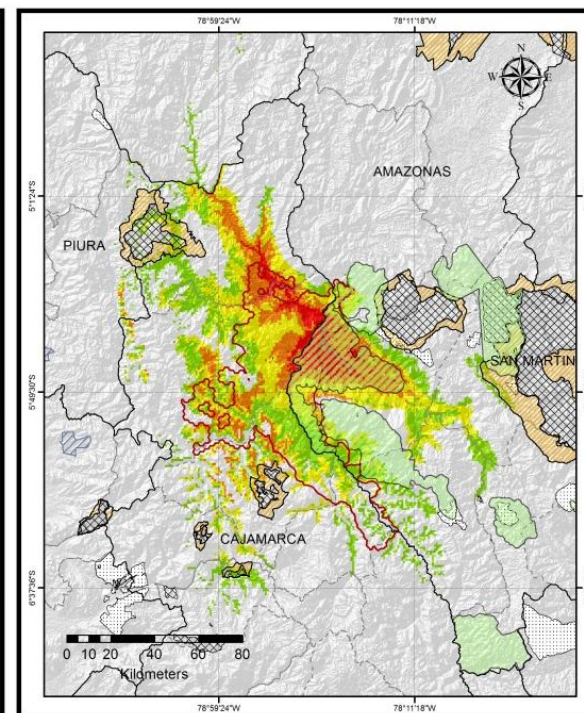
Área de distribución potencial futura y áreas de conservación de la especie *Bachia intermedia*



Área de distribución potencial futura y áreas de conservación de la especie *Phyllodactylus interandinus*



Área de distribución potencial futura y áreas de conservación de la especie *Stenocercus huancabambae*



**Especialidad de Geografía y
Medio ambiente**

Elaborado por: Thalía Quispe Cajahuanca

Fecha: 30 - 03 - 2015



Sistema de coordenadas WGS 1984

Fuentes de datos:

INEI, 2011
SERNANP, 2015
SICRE, 2015
ZEE Cajamarca, 2011
RESULTADOS PROPIOS

Simbología

- | | |
|-------------------------|--|
| Limite departamental | Áreas naturales protegidas (ANP) |
| Limite provincial | Áreas de conservación regional (ACR) |
| Escenario RCP2.6 | Áreas de conservación privada (ACP) |
| 0.8 - 1.0 | Zonas de amortiguamiento |
| 0.6 - 0.8 | Zona prioritaria Bosques secos del Marañón |
| 0.4 - 0.6 | Zonas de prioridad SICRE |
| 0.2 - 0.4 | |
| No Data | |

TABLA N° 5.16. Áreas de distribución potencial de acuerdo a variables biofísicas y climáticas (RCP 8.5).

Código	Intervalos	<i>B. intermedia</i>	<i>P. interandinus</i>	<i>S. huancabambae</i>
CMA	0.8 – 1.0	292.86 km ²	339.3 km ²	1159.98 km ²
CA	0.6 – 0.8	1472.28 km ²	1912.48 km ²	2522.39 km ²
CM	0.4 – 0.6	1830.04 km ²	4129.01 km ²	10702.12 km ²
CB	0.2 – 0.4	2479.22 km ²	8959.77 km ²	34131.43 km ²
TOTAL	0.2 – 1.0	6074.40 km ²	15340.57 km ²	48515.92 km ²

Fuente: Elaboración propia

TABLA N° 5.17. Áreas de distribución potencial de acuerdo a variables biofísicas, climáticas y variable categórica de vegetación (RCP 8.5)

Código	Intervalos	<i>B. intermedia</i>	<i>P. interandinus</i>	<i>S. huancabambae</i>
CMA	0.8 – 1.0	242.7 km ²	289.4 km ²	1062.9 km ²
CA	0.6 – 0.8	1420.7 km ²	1898.5 km ²	2799.1 km ²
CM	0.4 – 0.6	1378.8 km ²	1425.0 km ²	4156.6 km ²
CB	0.2 – 0.4	1582.6 km ²	1923.7 km ²	5271.4 km ²
TOTAL	0.2 – 1.0	4624.8 km ²	5536.6 km ²	13290.0 km ²

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo al escenario RCP 8.5 o es escenario de máxima emisión de carbono, se identificó en el caso de la especie *B. intermedia*, una ampliación de la distribución total potencial futura en 19.2%, respecto a la línea de base. El intervalo se certeza baja continúa siendo mayoritario; sin embargo, es interesante observar un incremento considerable en los intervalos CM, CA y CMA. El área de distribución del intervalo CMA que concentra las condiciones más favorables para el desarrollo de la especie, se incrementaría a en 119.2% respecto al área que posee en la actualidad. Los intervalos CMA y CA otorgan en conjunto un alto grado de precisión a 36% de la distribución potencial futura estimada para la especie señalada.

Se muestra que la distribución continuará concentrada en las provincias de Utcubamba y especialmente en la provincia de Utcubamba, abarcando la totalidad de los distritos de Bellavista y El Milagro. A su vez, se extenderá en la totalidad del distrito de Bagua y El Parco en la provincia de Bagua, con áreas significativas en los distritos de Jaén Choros, Toribio Casanova y Cumba, en las provincias de Jaén, Cutervo y Utcubamba.

TABLA N° 5.18. Localidades comprendidas por la distribución potencial futura de la especie *Bachia intermedia* (RCP8.5).

DEPARTAMENTO	PROVINCIA	LOCALIDADES	CMA	CA	CM	CE
Amazonas	Utcubamba	El Milagro	x	x		
		Jamalca			x	x
		Cajaruro		x	x	x
		Bagua Grande		x	x	x
		Lonya Grande			x	x
		Yamon		x	x	x
	Bagua	Cumba	x	x	x	x
		El Parco		x		
		Copallin	x	x	x	x
		Bagua	x	x	x	
		La peca			x	x
	Luya	Aramango				x
		Providencia				x
		Camporredondo				x
Cajamarca	Jaén	Bellavista	x	x	x	
		San José del Alto			x	x
		Santa Rosa			x	x
		Pucara				x
		Pomahuaca				x
		Colasay		x	x	x
		Jaén	x	x	x	x
		Las Pirias			x	x
		Huabal			x	x
		Chontali				x
	Cutervo	Querocotillo				x
		Cujillo		x	x	x
		Santa cruz			x	x
		Callayuc			x	x
		San Juan de Cutervo			x	x
		Toribio Casanova	x	x	x	x
		Choros	x	x	x	
		Santo Tomás		x	x	x
		Pimpingos			x	x
		La Ramada				x
	San Ignacio	La Coipa			x	x
		Chirinos		x	x	x
		Tabaconas				x
		San Ignacio				x
		San José de Lourdes				x
		Huarango			x	x
	Chota	Choropampa				x
		Pion			x	x
		Chimban				x

Fuente: Elaboración propia

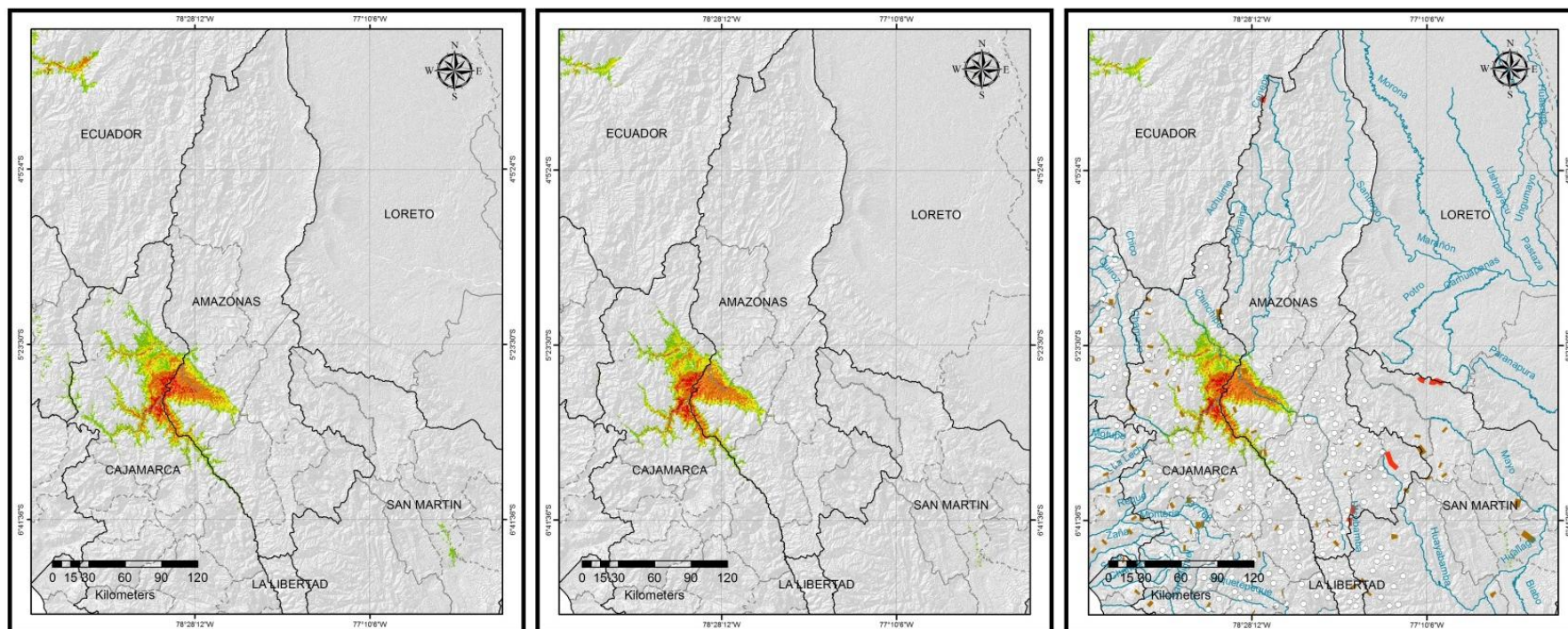
El área de distribución potencial futura del intervalo CM respecto a los resultados de la distribución presente, se convertiría en el 2050 en un área de distribución estable CA; como ejemplo podemos mencionar a Bagua Grande, Cajaruro, Cumba, Yamón, Lonya Grande en la provincia de Utcubamba, Jaén en la provincia de Jaén, y casi la totalidad de Choros y Toribio Casanova en la provincia de Cutervo.

MAPA N° 5.12. Área de distribución potencial futura comparativa de la especie *Bachia intermedia*, escenario RCP8.5

Área de distribución presente de acuerdo a variables climáticas

Área de distribución presente de acuerdo a variables climáticas
y categorías de vegetación.

Área de distribución presente y barreras geográficas



**Especialidad de Geografía y
Medio ambiente**

Elaborado por: Thalia Quispe Cajahuanca

Fecha: 30 - 03 - 2015



Sistema de coordenadas WGS 1984

Fuentes de datos:

ANA, 2015
IGN, 2002
INEI, 2011
Resultados propios

Simbología

-  Límite departamental
-  Límite provincial
-  Escenario RCP8.5
-  0.8 - 1.0
-  0.6 - 0.8
-  0.4 - 0.6
-  0.2 - 0.4
-  No Data
-  Cotas de altitud: 2279 m.s.n.m. - 4222 m.s.n.m.
-  Cordilleras
-  Cerros
-  Ríos principales

TABLA N° 5.19. Localidades comprendidas por la distribución potencial futura de la especie *Phyllodactylus interandinus* (RCP8.5).

DEPARTAMENTO	PROVINCIA	LOCALIDADES	CMA	CA	CM	CE
Amazonas	Utcubamba	El Milagro	x	x	x	
		Jamalca		x	x	x
		Cajaruro		x	x	x
		Bagua Grande	x	x	x	x
		Lonya Grande		x	x	x
		Yamon		x	x	x
		Cumba	x	x	x	x
	Bagua	El parco		x	x	
		Copallin		x		x
		Bagua		x	x	x
		La peca			x	x
		Aramango				x
	Luya	Conila				x
		Providencia				x
		Camporredondo			x	x
	Bongara	Shipasbamba				x
		Jazan				x
Cajamarca	Jaén	Bellavista	x	x	x	x
		San José del Alto				x
		Santa Rosa			x	x
		Pucara			x	x
		Pomahuaca				x
		Colasay		x	x	x
		Jaén	x	x	x	x
		Las Pirias		x	x	x
		Huabal		x	x	x
		Chontali				x
	Cutervo	Querocotillo			x	x
		Cujillo		x	x	
		Santa Cruz		x	x	
		Callayuc		x	x	x
		La Ramada				x
		San Juan de Cutervo			x	x
		Toribio Casanova	x	x	x	
		Choros	x	x	x	
		Santo Tomás		x	x	x
		Pimpingos		x	x	
		Sam Luis de Lucma				x
	San Ignacio	La Coipa			x	x
		Chirinos		x	x	x
		San José de Lourdes				x
		Huarango			x	x
		Tabaconas				x
	Chota	Choropampa				x
		Pion		x	x	x
		Chimban				x

Fuente: Elaboración propia

Además, la distribución potencial de alta certeza se extiende en nuevas áreas localizadas en las inmediaciones de las zonas de distribución presente, como los distritos de Santo Tomás y Cujillo en la provincia de Cutervo. Asimismo se identificó la extensión de la distribución potencial futura de la especie *B. intermedia* hacia la

provincia de San Ignacio, en los distritos norteños de Huarango, Chirinos y La Coipa, con probabilidad media y baja de colonización.

Se observó que los resultados del modelamiento potencial presente señalaban probabilidades de ocurrencia en San Martín y Ecuador, la extensión de aquellos fragmentos es suprimida en la región San Martín incrementándose en Ecuador con intervalos de certeza baja y media. De acuerdo al escenario RCP8.5 de cambio climático, estos resultados indican que en Ecuador podrían presentarse condiciones climáticas favorables y compatibles con el hábitat de la especie.

En el caso de la especie *P. internadinus* se identificó, igualmente, un incremento de la distribución potencial futura en 29.7% respecto a la distribución potencial actual. Según los intervalos CMA y CA, el 39.5% de la distribución futura estimada presentaría un alto nivel de precisión. De acuerdo al escenario RCP8.5, el mapa muestra el claro avance de la distribución hacia el norte y el este, así como el cambio de valores de baja certeza a valores de alta certeza, respecto a la distribución presente.

En el escenario de forzamiento RCP85 la distribución de la especie *P. interandinus* continúa abarcando en mayor medida las provincias de Utcubamba y Jaén; sin embargo, la incorporación de zonas favorables se proyecta hacia el noreste de la provincia de Jaén y hacia el norte de la provincia de San Ignacio. De acuerdo a los intervalos CMA y CA, la distribución potencial de alta certeza comprometería casi la totalidad de los distritos de El Milagro y Bagua. Igualmente abarcaría una extensión significativa de los distritos de El Parco y Copallin en la provincia de Bagua; Bellavista y Jaén en la provincia de Jaén; Bagua Grande, Cumba Yamon y Lonya Grande en la provincia de Utcubamba; Choros, Toribio Casanova, Santo Tomás, Cujillo en la provincia de Cutervo. También es importante mencionar el sur de Cajaruro en la provincia de Utcubamba y el crecimiento hacia los distritos de Chirinos, La Coipa, Huarango y Santa Rosa en la provincia de San Ignacio. Tomando en cuenta la totalidad de los intervalos de certeza se señalan además áreas favorables en los distritos de Chontalí, San José del alto, Huabal, Las Piras, Colasay, Pomahuaca en la provincia de Jaén y Tabaconas en provincia de San Ignacio.

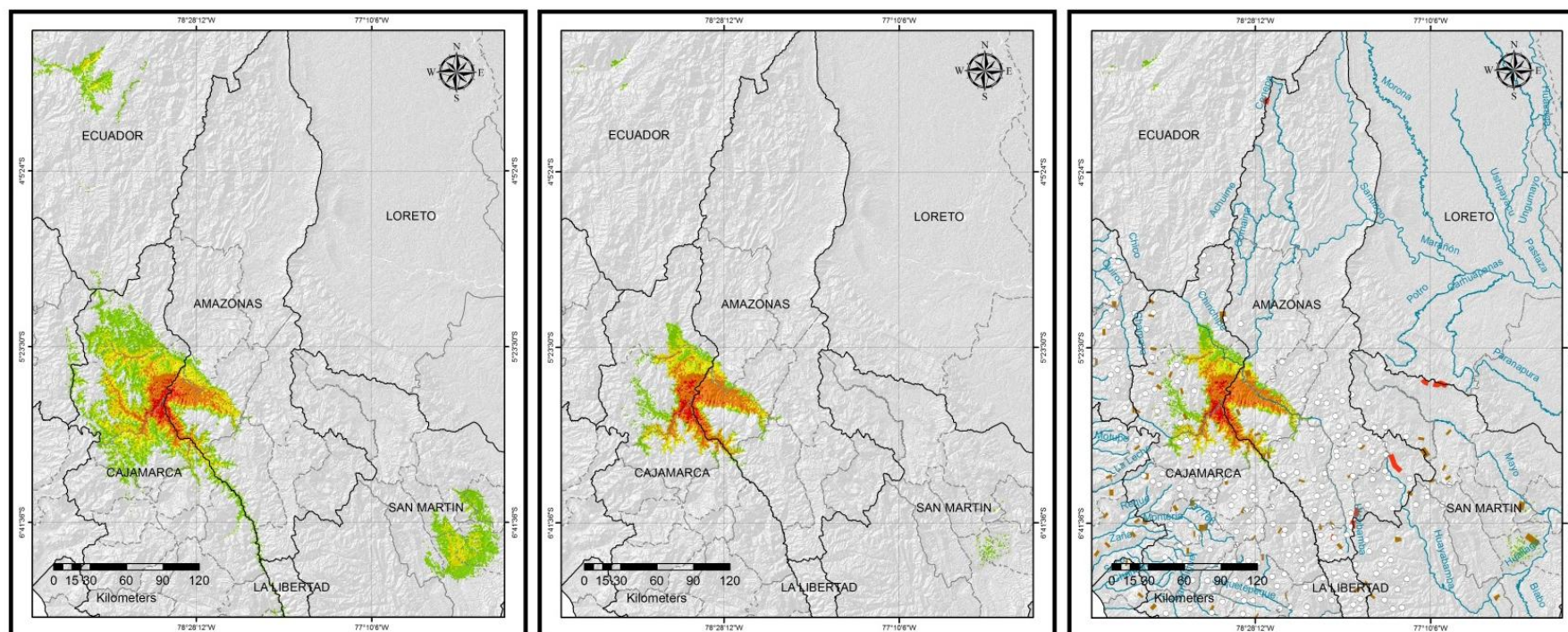
Hemos observado anteriormente que el modelo señalaba probabilidades bajas de ocurrencia en San Martín y Ecuador, la extensión de aquellos fragmentos disminuye en el presente escenario de cambio climático para la especie *P. interandinus*, manteniéndose en un intervalo de certeza baja.

MAPA N° 5.13. Área de distribución potencial futura comparativa de la especie *Phyllodactylus interandinus*, escenario RCP8.5

Área de distribución presente de acuerdo a variables climáticas

Área de distribución presente de acuerdo a variables climáticas y categorías de vegetación.

Área de distribución presente y barreras geográficas



**Especialidad de Geografía y
Medio ambiente**

Elaborado por: Thalía Quispe Cajahuanca

Fecha: 30 - 03 - 2015



Sistema de coordenadas WGS 1984

Fuentes de datos:

ANA, 2015
IGN, 2002
INEI, 2011
Resultados propios

Simbología

-  Límite departamental
-  Límite provincial
-  Escenario RCP8.5 0.8 - 1.0
-  0.6 - 0.8
-  0.4 - 0.6
-  0.2 - 0.4
-  No Data
-  Cotas de altitud: 2279 m.s.n.m. - 42222 m.s.n.m.
-  Cordilleras
-  Cerros
-  Ríos principales

La especie *S. huancabambae* se perfila como la especie de mayor distribución presente y también potencial futura. El escenario RCP8.5 de cambio climático intensificado, la especie ampliaría su distribución en 30.8% respecto a su distribución presente estimada. La respuesta de la especie en el escenario de forzamiento señalado indica que sería la única especie que continuaría ampliando su distribución potencial con un cambio climático sumamente severo.

El porcentaje de incremento sería de 30.8% respecto a la distribución potencial actual, en función del nivel de certeza CMA y CA el 29.1% de la distribución futura estimada contaría con un alto nivel de precisión. En este caso se evidencia el incremento significativo de la categoría de mayor certeza, como en el caso de las especies *B. intermedia* y *P. interandinus*; sin embargo, los valores de baja certeza continúan siendo más elevados.

De acuerdo al escenario RCP8.5, en función a los intervalos de mayor confiabilidad componen la distribución potencial futura el sur de Chirinos y de Huarango hasta la zona fronteriza entre los distritos de San Ignacio y San José de Lourdes en la provincia de San Ignacio, como nuevas áreas norteñas con elevado grado potencial de presencia. La distribución del *S. huancabambae* continuaría abarcando los distritos de Bellavista, Jaén y Santa Rosa en la provincia de Jaén; El Parco, La Peca y Copallín en la provincia de Bagua; El Milagro, Cajaruro y más del 50% del distrito de Bagua grande en la provincia de Utcubamba. Se presentan en su distribución futura áreas menores ubicadas de manera dispersa en los distritos de Colasay, Pomahuaca y Chontali en la provincia de Jaén, Aramango en la provincia de Bagua; Choros, Toribio Casanova, Pinpingos, Callayuc, Santa Cruz y Santo Domingo de la Capilla en la provincia de Cutervo; al igual que en los distritos de Cumba y Yamon en la provincia de Utcubamba.

Es importante señalar el cambio de la distribución cuya extensión se direcciona hacia el norte hasta el estado de Ecuador. De acuerdo a los resultados obtenidos se visualizarían áreas favorables para el desarrollo del *S. huancabambae* en la región San Martín y Ecuador, aquello se explica en función de las características ambientales que comparten, lo cual, alude a que serían propensos a sufrir alteraciones similares. Aunque, cabe recordar que el intervalo CB está considerado como baja probabilidad de acuerdo al método utilizado.

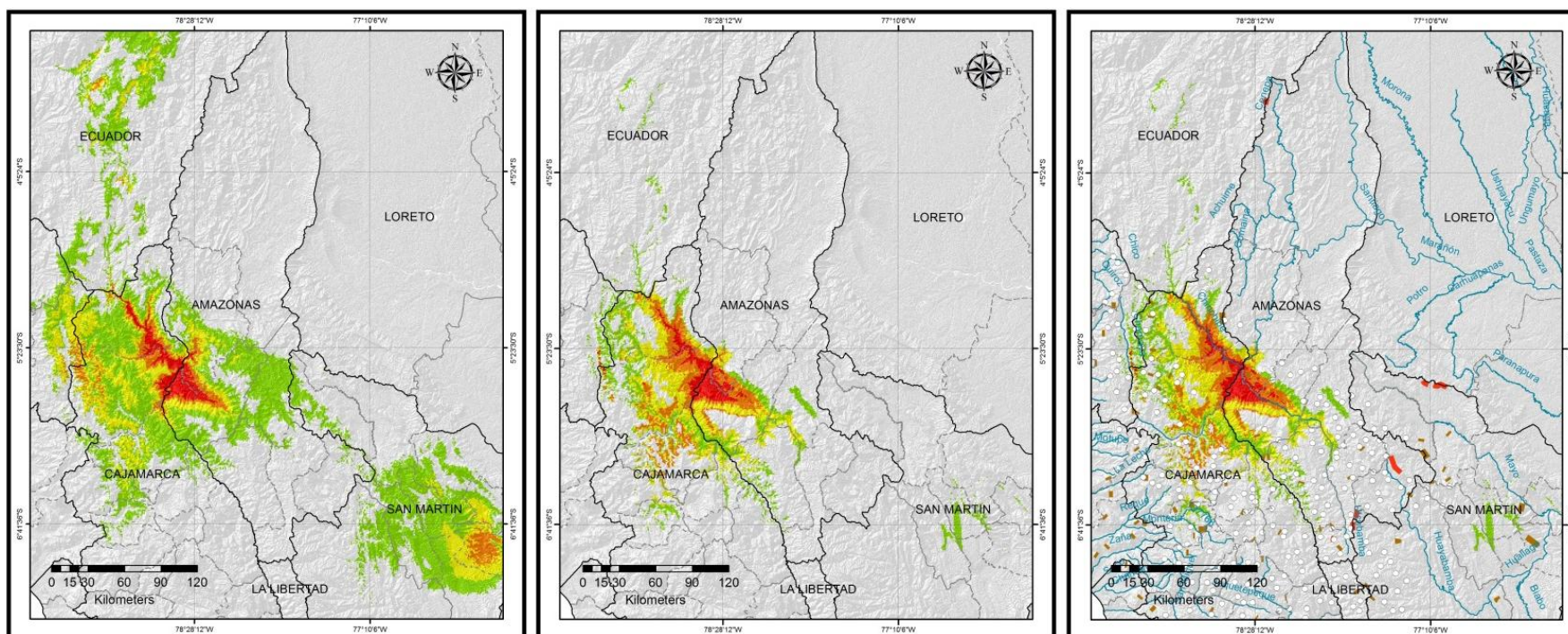
En el escenario RCP8.5 se concentra dentro del área de estudio el 23.5 % de la distribución potencial estimada de la especie *B. intermedia*, el 20.4 % de la especie *P. interandinus* y el 8.8 % de la especie *S. huancabambae*.

MAPA N° 5.14. Área de distribución potencial futura comparativa de la especie *Stenocercus huancabambae* escenario RCP8.5

Área de distribución presente de acuerdo a variables climáticas

Área de distribución presente de acuerdo a variables climáticas y categorías de vegetación.

Área de distribución presente y barreras geográficas



**Especialidad de Geografía y
Medio ambiente**

Elaborado por: Thalía Quispe Cajahuanca

Fecha: 30 - 03 - 2015



Sistema de coordenadas WGS 1984

Fuentes de datos:

ANA, 2015
IGN, 2002
INEI, 2011
Resultados propios

Simbología

-  Límite departamental
-  Límite provincial
-  Escenario RCP8.5 0.8 - 1.0
-  0.6 - 0.8
-  0.4 - 0.6
-  0.2 - 0.4
-  No Data
-  Cotas de altitud: 2279 m.s.n.m. - 42222 m.s.n.m.
-  Cordilleras
-  Cerros
-  Ríos principales

TABLA N° 5.20. Localidades comprendidas por la distribución potencial futura de la especie *Stenocercus huancabambae* en Amazonas (RCP8.5).

DEPARTAMENTO	PROVINCIA	LOCALIDADES	CMA	CA	CM	CE
Amazonas	Utcubamba	El Milagro	x	x	x	
		Cajaruro	x	x	x	x
		Bagua Grande	x	x	x	
		Jamalca		x	x	x
		Lonya Grande		x	x	x
		Yamon		x	x	x
		Cumba		x	x	x
	Bagua	El parco		x		
		Copallin	x	x		x
		Bagua	x	x	x	
		La Peca	x	x	x	x
		Aramango		x	x	x
	Luya	Conila			x	x
		Providencia			x	x
		Camporredondo			x	x
		Ocali			x	x
		Ocumal				x
		Pisuquia				x
		Luya Viejo			x	x
		Santa Catalina			x	x
		San Jerónimo			x	x
	Bongara	Florida			x	x
		Shipasbamba			x	x
		Jazan			x	x
		Churuja			x	x
		Valera			x	x
		Yambrasbamba				x
		Corosha				x
		Jumbilla				x
		Chisquilla				x

Fuente: Elaboración propia

La distribución potencial de las especies en el escenario señalado constituye un promedio de 96.2% del área de estudio. Al evaluar la superposición de las distribuciones actuales con el territorio protegido bajo áreas de conservación, se evidenció que las ANP nacionales y ACP no comprenden la distribución geográfica de las especies *P. interandinus* y *B. intermedia*. La distribución de la especie *S. huancabambae* comparte una sección de 4.4% con el Santuario Nacional Tabaconas Namballe y Parque Nacional de Cutervo con sus respectivas zonas de amortiguamiento, también se incluye la zona de amortiguamiento del Bosque de Protección Alto Mayo; sin embargo, por sus dimensiones el área que se superpone no resulta representativa de la distribución total estimada. Es interesante observar que de acuerdo al escenario RCP8.5 el grado de certeza del área que calza con el área de conservación citada presenta valores de certeza media y algunos parches de distribución con valores de certeza alta.

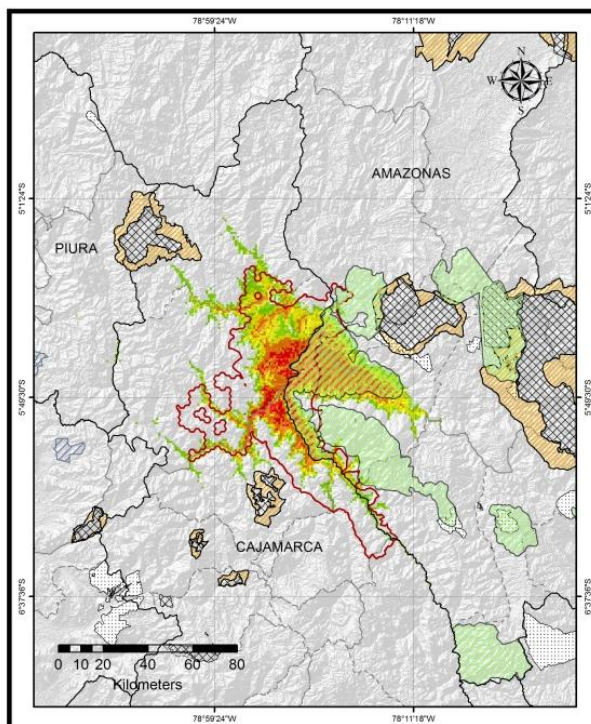
TABLA N° 5.21. Localidades comprendidas por la distribución potencial futura de la especie *Stenocercus huancabambae* en Cajamarca (RCP8.5).

DEPARTAMENTO	PROVINCIA	LOCALIDADES	CMA	CA	CM	CE
Cajamarca	Jaén	Bellavista	x	x	x	
		San José del Alto		x	x	x
		Santa Rosa	x	x	x	x
		Sallique	x	x	x	x
		Pomahuaca		x	x	x
		San Felipe	x	x	x	x
		Jaén		x	x	x
		Colasay		x	x	x
		Las Pirias		x	x	x
		Huabal		x	x	x
		Chontali	x	x	x	x
		Pucara		x	x	x
	Cutervo	Querocotillo		x	x	x
		Cujillo		x	x	x
		Santa cruz		x	x	x
		Callayuc		x	x	x
		Santo Domingo de la Capilla		x	x	x
		La ramada			x	
		San Juan de Cutervo		x	x	x
		Toribio Casanova		x	x	x
		Choros		x	x	x
		Santo Tomás		x	x	x
		Pimpingos		x	x	x
		San Luis de Lucma			x	x
		Cutervo		x	x	x
		Socota			x	
		San Andrés de Cutervo			x	
	San Ignacio	La Coipa		x	x	x
		Chirinos	x	x	x	
		San José de Lourdes	x	x	x	x
		Huarango	x	x	x	x
		Namballe		x	x	x
		San Ignacio	x	x	x	x
		Tabaconas		x	x	x
	Chota	Choropampa			x	x
		Pion			x	x
		Chimban			x	x
		Anguía			x	x
		Chadin				x
		Chalamarca				x
		Tacabamba			x	x
	Celendín	Cortegana				x
		Chumuch				x
	Santa Cruz	Chancaybaños			x	x
		Sexi			x	x
		La Esperanza			x	x
		Utiyacu				x
		Santa Cruz			x	x
		Pulan				x
		Saucepampa				x
		Catache			x	x

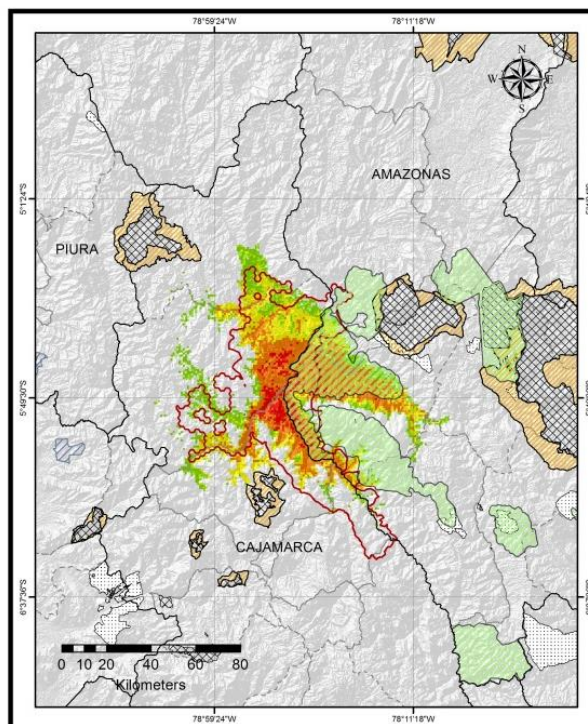
Fuente: Elaboración propia

MAPA N° 5.15.: Área de distribución potencial futura y áreas de conservación, escenario RCP8.5

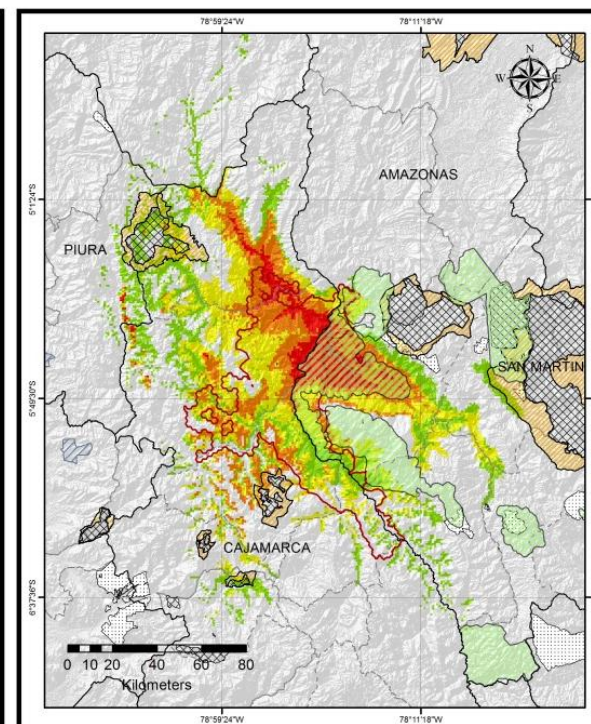
Área de distribución potencial futura y áreas de conservación de la especie *Bachia intermedia*



Área de distribución potencial futura y áreas de conservación de la especie *Phyllodactylus interandinus*



Área de distribución potencial futura y áreas de conservación de la especie *Stenocercus huancabambae*



**Especialidad de Geografía y
Medio ambiente**

Elaborado por: Thalía Quispe Cajahuanca

Fecha: 30 - 03 - 2015



Sistema de coordenadas WGS 1984

Fuentes de datos:

INEI, 2011
SERNANP, 2015
SICRE, 2015
ZEE Cajamarca, 2011
RESULTADOS PROPIOS

Simbología

- | | |
|----------------------|--|
| Limite departamental | Áreas naturales protegidas (ANP) |
| Limite provincial | Áreas de conservación regional (ACR) |
| prominterc85 | Áreas de conservación privada (ACP) |
| 0.8 - 1.0 | Zonas de amortiguamiento |
| 0.6 - 0.8 | Zona prioritaria Bosques secos del Marañón |
| 0.4 - 0.6 | Zonas de prioridad SICRE |
| 0.2 - 0.4 | |
| No Data | |

Por otro lado, las áreas más favorables para el desarrollo de las especies de estudio, continúan sin estar contenidas en ningún área de conservación.

En el escenario RCP8.5, el 54.9% de la distribución de la especie *B. intermedia*, el 65.5% de la distribución de la especie *P. interandinus* y el 21.5% de la especie *S. huancabambae* se ubican en el sitio de alta prioridad Bosques secos del Maraón y límite del bosque de la Cordillera Real Oriental. Se observa un aumento en los valores porcentuales de las especies *B. intermedia* y *P. interandinus*, aquello se explica por el decremento de la distribución respecto a la estimación calculada en el escenario RCP2.6. Igualmente, disminuye el área de intervalo CMA, manteniéndose áreas significativas de intervalo CA en el área contenida. En los tres casos el Santuario Nacional Tabaconas Namballe, la Reserva Comunal Chayu Naín, el Santuario Nacional Cordillera de Colán, al sur el Bosque de Protección Pagaibamba y la zona Reservada Chancaybaños se mantienen como las ANP más cercanas.

De acuerdo al SICRE (APECO, 2009) el 26.9%, el 22.8% y el 13% de la distribución potencial presente de las especies *B. intermedia*, *P. interandinus* y *S. huancabambae*, respectivamente, se mantendría en el área propuesta 1, Bosque seco entre Bagua y Bagua Grande y en el área propuesta 5, Divisoria del río Maraón y Utcubamba. En el caso de la especie *S. huancabambae* su distribución potencial futura se mantendría, además, al interior del área propuesta 4, Bosque semi - caducifolio del distrito de Aramango. Es importante señalar que en el caso de la especie *B. intermedia*, los valores porcentuales son mayores comparativamente al escenario RCP2.6 por la disminución del área de distribución. En el caso de las especies *P. interandinus* la extensión del área contenida es mayor debido a que ésta zona no es afectada por el decremento de la distribución potencial. En el caso de la especie *S. huancabambae* el porcentaje contenido es menor debido a que su distribución potencial futura total es mayor.

Las áreas propuestas 4 y 5 resultarían escasamente representativas para la especie *B. intermedia* por el bajo grado de certeza y por sus dimensiones siendo el área propuesta 1 la más significativa. En el caso de la especie *P. interandinus* los intervalos de mayor certeza se ubicarían preferentemente en el área propuesta 1, encontrando fragmentos de intervalos CM en el área propuesta 5. En el caso de la especie *S. huancabambae* el área propuesta 1 continuaría siendo la más significativa, en las áreas propuestas 4 y 5 se identificó una tendencia creciente al incremento del área con valores significativos de CA y CM.

El incremento del área de distribución estimada al año 2050 es un patrón común con algunas especificaciones a nivel de taxa, destacando que se produce en mayor medida para la especie *P. interandinus* con incrementos de 59.7% - 29.7%, respecto a la distribución potencial total presente. Los resultados son variables para las especies *B. intermedia* y *S. huancabambae*, siendo el RCP2.6 más favorable para la primera especie y el RCP8.5 más favorable en el caso de la segunda especie.

TABLA N°5.22. Porcentaje de cambio del área de distribución potencial de *B. intermedia*, *P. interandinus* y *S. huancabambae*, intervalos CM, CA, CMA (0.4 – 1.0).

Especie	Área potencial presente	% de cambio	RCP2.6	% de cambio	RCP8.5
<i>Bachia intermedia</i>	2113.5 km ²	53.29%	3239.7 km ²	43.94%	3042.2 km ²
<i>Phyllodactylus interandinus</i>	2617.3 km ²	47.54%	3861.5 km ²	38.04%	3612.9 km ²
<i>Stenocercus huancabambae</i>	4614.9 km ²	45.54%	6716.7 km ²	73.75%	8018.6 km ²

Fuente: Elaboración propia

La tendencia al incremento del área de distribución de las especies evaluadas es una tendencia creciente en los dos escenarios de cambio climático RCP2.6 y RCP8.5. Se puede visualizar claramente una sustitución de las áreas que presentaban una menor certeza en la distribución potencial presente por áreas de alta certeza; y, con ello, el ascenso de la distribución hacia el norte del área de interés. Sin embargo si tomamos en consideración las diferencias entre ambos escenarios observamos que comparativamente la ampliación de la distribución potencial futura en el escenario RCP8.5 es menor, identificándose una disminución de áreas aptas que se inicia desde los extremos en dirección al centro. Igualmente, se evidencia una sustitución de la distribución de alta certeza por intervalos de menor certeza, en relación, se puede inferir que comenzarían a ser intolerables los efectos de un cambio climático tan severo.

Acorde con los resultados obtenidos, se podrían encontrar espacios favorables dispersos en las localidades mencionadas a futuro teniendo en consideración que por su localización adyacente al área de estudio comparten características climáticas y pueden presentar algunos remanentes de vegetación similar al hábitat de las especies. Los cuales, en función a la tendencia de conversión de zonas áridas a zonas más áridas con el cambio climático propia del MCG, se estima que podrían convertirse en áreas de distribución certera, posteriormente.

Las especies de estudio habitan en un espacio geográfico común, debido a ello, las áreas de distribución potencial presentan áreas de congruencia, en función a los resultados obtenidos el área de distribución de las especies *B. intermedia* y *P. interandinus* presentarían mayor congruencia en comparación con la especie *S. huancabambae*. Aquello generó una reducción significativa del área de congruencia calculada entre las tres especies evaluadas.

TABLA N°5.23. Áreas de congruencia del área de distribución potencial de las especies evaluadas, intervalos CM, CA, CMA (0.4 – 1.0).

Intervalo	Presente	RCP2.6	RCP8.5
CMA	-	39.2 km ²	47.7 km ²
CA	243.5 km ²	422.4 km ²	395.0 km ²
CM	160.1 km ²	137.9 km ²	54.4 km ²
General	1391.3 km ²	2290.6 km ²	2257.3 km ²

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a los resultados el área de congruencia general, conformada por el área de distribución potencial de las tres especies sin distinción de intervalos de certeza, se incrementaría reflejo del incremento del área de distribución potencial en ambos escenarios de cambio climático. Cabe resaltar que persiste la tendencia observada de mayor incremento en el escenario RCP2.6 que en el escenario RCP8.5.

El papel de las ANP en los escenarios estimados no se visualizó significativamente en la distribución potencial futura de las especies de estudio. En el caso exclusivo de la especie *S. huancabambae* una sección mínima de su distribución se presentaría sobre las áreas de conservación señaladas para las proyecciones de RCP 2.6 y RCP 8.5.

También debemos resaltar que el área de estudio, conformada por los distritos de Bellavista y El Milagro, ha sido constante como zona ambientalmente favorable para las tres especies. Las cifras de incremento de las distribuciones espaciales potenciales a futuro son elevadas; sin embargo, en el siguiente capítulo se analizará, además, las condiciones del hábitat y los usos de suelo en el área de estudio, factores que pueden prolongar el asentamiento de nuestras especies o imposibilitarlo.

En el mapa N° 5.14., se observa que, de acuerdo a la geografía, la extensión de la distribución potencial futura en los dos escenarios de cambio climático está delimitada por cotas y elevaciones de altitudes que superan los 2000 m.s.n.m., aquello también

se explica por la continuidad del bosque húmedo hacia el lado opuesto de la cadena montañosa que engloba nuestra área de estudio.

La variable categórica tiene una significancia exacerbada de 4.3 en comparación a las variables continuas incluidas en el modelamiento de las tres especies de estudio que presentan valores de 0.5 a 1.7.

La variable de mayor contribución a los modelos generados fue la cobertura vegetal y como variable climática la precipitación. En el caso de las especies *B. intermedia*, *P. interandinus* y *S. huancabambae* destacan, específicamente, la precipitación mensual del mes de febrero (Prec2), su distribución también se explica en importante proporción por las variables de precipitación mensual del mes de enero y del trimestre octubre - diciembre; la precipitación del trimestre más cálido y la precipitación del trimestre más seco, seguidamente se distinguen las variables de isothermalidad y de temperatura media anual. Analizando las variables que presentan menor influencia e importancia de acuerdo a la evaluación del *Jackknife*, las especies de estudio mostraron límites de tolerancia altos a las variables de temperatura.

En los resultados del proceso de validación, los modelos evidenciaron valores de AUC de 0.999, que revelaron el mejor rendimiento en el modelamiento de las especies de estudio. Los valores resultantes de $AUC > 0.9$ definen modelos útiles de alta precisión. Adicionalmente, se revisaron los *p-values* de los 11 umbrales o *thresholds* diferentes de cada réplica por especie, evidenciándose valores muy bajos de $P < 0.01$, los cuáles, contribuyen a sustentar una predicción exitosa.

TABLA N° 5.24. Resumen estadístico de los modelos de distribución.

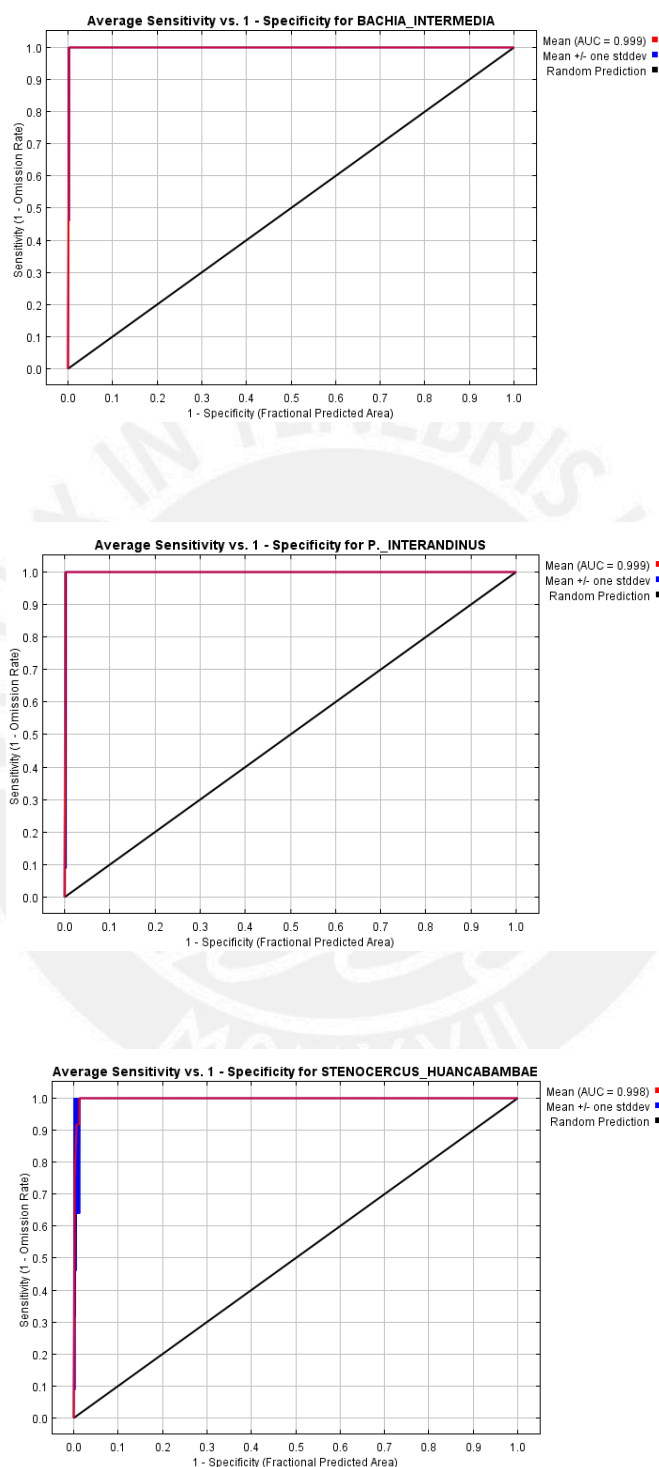
Especie	Training AUC	Test AUC	Desviación estándar
<i>Bachia intermedia</i>	0.9993	0.9992	0.001
<i>Phyllodactylus interandinus</i>	0.9993	0.9992	0.001
<i>Stenocercus huancabambae</i>	0.9992	0.9978	0.003

Fuente: Elaboración propia

La desviación media por observación es un buen complemento de las AUC (Baldwin, 2009), debido a que proporciona el valor de la incertidumbre del modelo. La desviación estándar también se puede evaluar en la superficie del raster de salida (.stddev*), las áreas con valores más altos son aquellas en los que los resultados de cada réplica

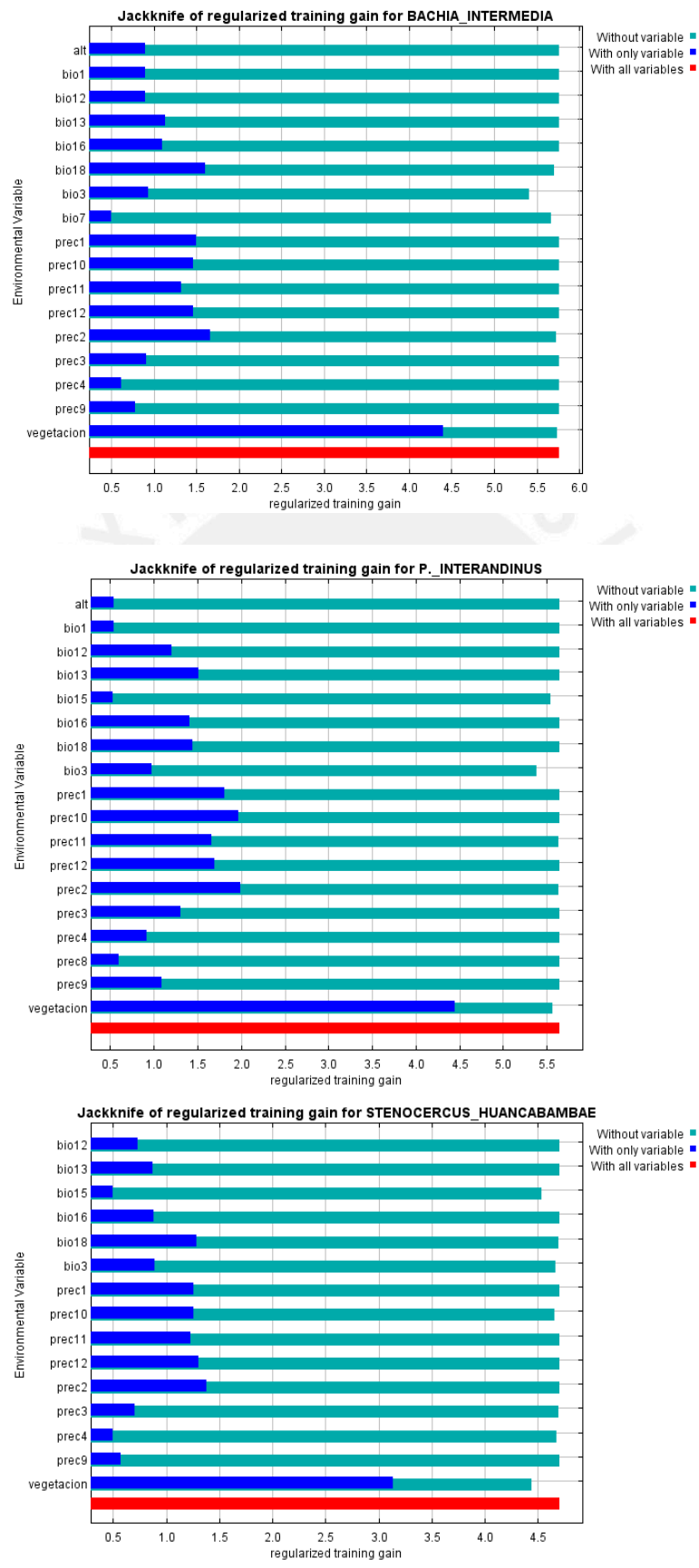
difirieron más, es decir, donde la incertidumbre del modelo es alta (Andersen and Beauvais, 2013).

FIGURA N° 5.2. Análisis estadístico AUC por especie



Fuente: Elaboración propia

FIGURA N° 5.3. Evaluación de la herramienta *Jackknife* de las variables ambientales seleccionadas por especie.



Los valores señalan una desviación estándar casi nula de 0.001 en los resultados del modelamiento de las especies *B. intermedia* y *P. interandinus*, que gráficamente es imperceptible, por lo tanto, la consistencia de las áreas resultantes es alta y la probabilidad de variación de los resultados aunque se replique n veces el proceso de modelamiento es sumamente baja. En el caso de la especie *S. huancabambae* la desviación estándar ascendió a 0.003, sin embargo, el valor aún indica que el modelo se ha desempeñado adecuadamente.

De acuerdo los resultados ROC de omisión predicha, se observó un ligero error de comisión en los resultados de las especies *B. intermedia* y *P. interandinus*, En modelo de la especie *S. huancabambae* el software Maxent tiende a crear un mayor error de comisión, es decir, tiende a considerar que la especie se encuentra en un algunos espacios donde, los registros indican que no se produce. Es importante señalar que, cuando los datos se encuentran espacialmente agrupados en un área geográfica pequeña con respecto a los datos ambientales, lo que manifiesta una homogeneidad relativa, se pueden visualizar rectas con mayor omisión.

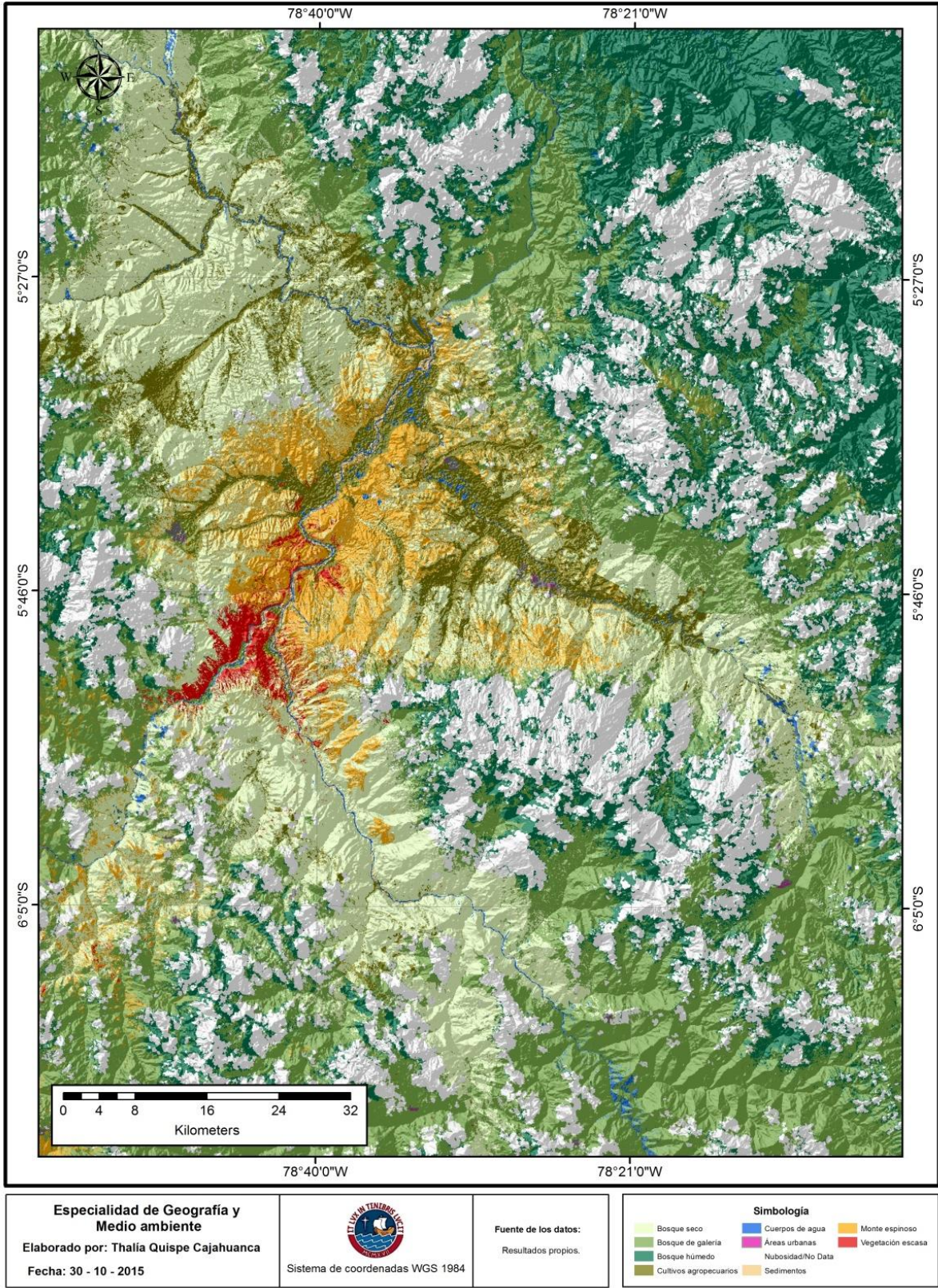
5.3 LA CONFIGURACIÓN ESPACIAL DEL PAISAJE DE BELLAVISTA Y EL MILAGRO

Se ha evaluado la influencia del factor climático en el área de distribución actual y proyectada de las especies de estudio. A continuación se presentan los resultados de la relación e interacción de la sociedad con la naturaleza expresada en los usos de suelo producto de la actividad humana como factor condicionante e influyente en la distribución las especies.

Para el análisis del cambio de cobertura vegetal y usos de suelo en nuestra área de estudio se ha seleccionado un período de tiempo de 24 años, tomando como base referencial los años de 1991, 2000, 2013 y 2015. El área de estudio posee 1171.12 km² abarcando los distritos de Bellavista y El Milagro; sin embargo, el siguiente análisis abarca igualmente el espacio adyacente de colonización potencial de acuerdo a los resultados del modelamiento de distribución de especies. Como resultados se obtuvieron cuatro mapas que muestran cómo se ha desarrollado la evolución paulatina de los cambios de usos de suelo en el área de interés señalada.

El mapa de cobertura de suelo del año 1991, muestra cuerpos de agua que abarcan el 1.34% y áreas de depósito de sedimentos que constituyen el 1.37%% de la zona de estudio. Las áreas urbanas son sumamente escasas representando el 0.16% del territorio analizado.

MAPA N° 5.16. Usos de suelo en el año 1991



Se identificaron secciones parceladas que corresponden a campos de cultivo en las inmediaciones del colector principal, el río Marañón, y en los alrededores de las áreas urbanas y abanicos aluviales. En general se podría decir que se practicaba una agricultura extensiva, los cultivos agropecuarios representaban el 6.79% del área de estudio para el año analizado y se extendían matizándose con el bosque seco que representaba 32.32%, en conjunto con la cobertura vegetal de monte espinoso conformado de vegetación dispersa. A nivel de bosque de ladera la cobertura representaba el 35.59% del área evaluada, extendiéndose en el contorno del bosque seco hacia la zona transicional a bosque húmedo.

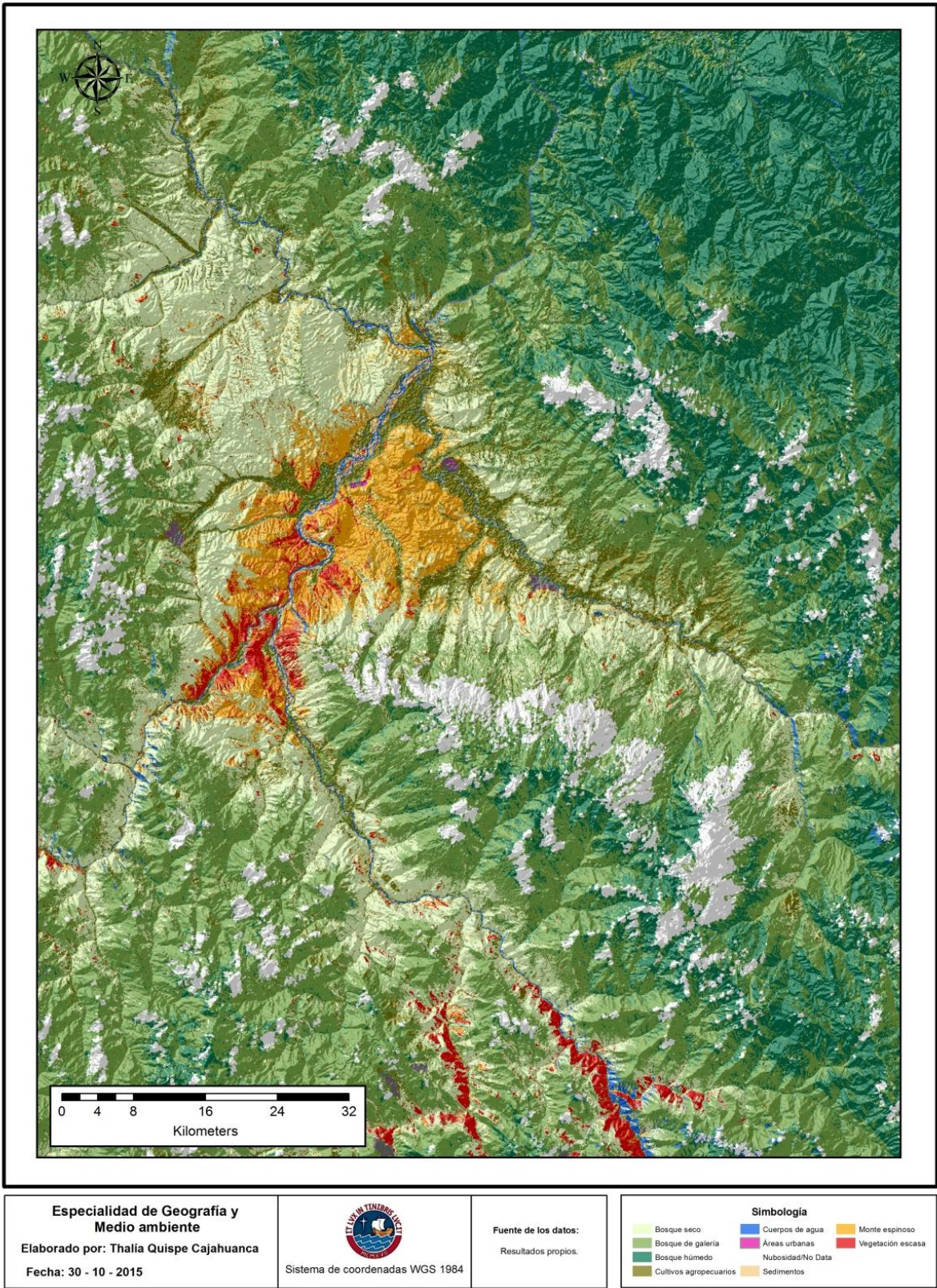
Es importante notar la presencia de parches de escasa vegetación aunque sólo cubre el 8272.90.ha del área de estudio cuyo porcentaje (0.85%) no resulta significativo para este año. Se debe destacar la presencia de nubes que de cierta forma hubieran podido distorsionar los resultados en caso de no identificarse; debido a ello, se extrajeron en una categoría adicional para facilitar la diferenciación de los componentes restantes, incluyendo la captura de su sombra.

Es importante señalar que en éste año se presentaron las mayores dificultades de clasificación en relación a la presencia de nubosidad cubriendo 22.42% del área de trabajo. Aunque se previó que no interfirieran con los distritos de estudio, afectó la interpretación de algunos sectores colonizables, igualmente, minimizó la extensión del área identificada como bosque de ladera.

Las áreas de cultivos agropecuarios para el año 2000 se incrementaron en relación al año 1991, el incremento porcentual se calcula en 27.1%. Estas áreas cultivadas se han extendido a lo largo del río y hacia el extremo este del área evaluada.

En este caso, las áreas urbanas se incrementaron en 7.8% respecto a 1991, se pueden observar el incremento de los cuerpos de agua, sin embargo, aquello se puede explicar por dos motivos. Uno de ellos es el factor de estacionalidad, es decir, de acuerdo a la fecha en que la escena haya capturado las fluctuaciones entre la época de creciente y vaciante, ya que, el engrosamiento del cauce se produce en función a la precipitación. En segundo lugar, se debe aclarar que debido a la clasificación del programa se han incluido secciones de cultivos de arroz inundados en esta categoría para el año 2000, por lo cual, no se debe sobreestimar este incremento en los cuerpos acuáticos que, probablemente se deben a la incorporación paulatina del cultivos de arroz por inundación.

MAPA N° 5.17. Usos de suelo en el año 2000



El aumento de la sedimentación permitió a esta categoría alcanzar el 0.27% del área de estudio en el año citado, evidenciando además las variaciones del curso meándrico del cauce del río principal y en diversas secciones de los afluentes del río Marañón dejando islas que, a su vez, se convierten a campos cultivados.

El bosque de ladera resulta más visible en la clasificación del año 2000 por la menor cantidad de cobertura de nubes, abarcando una extensión de 43.41% del área de interés, mientras que el monte espinoso sufrió una disminución en aproximadamente 4% de su extensión. En el año 2000 el área de vegetación escasa abarcó 12764.4 ha, visualizándose un mayor avance que empezó a afectar áreas contiguas a los espacios cultivados y al bosque seco y monte espinoso en la zona central.

La observación del avance de los cultivos agropecuarios permite señalar el inicio del deterioro en la extensión del bosque natural en el área de estudio. En la escena de este año no se presentaron las dificultades en relación a la presencia de nubosidad a diferencia del año de 1991.

En el año de estudio 2013 se puede observar que en la parte central del mapa se han incrementado considerablemente las zonas de cultivos agropecuarios en detrimento del bosque natural.

Aquello señala la existencia de un cambio de uso de bosque seco hacia áreas agrícolas, las cuales se extiende en dirección este, aprovechando llanuras y terrazas aluviales en las inmediaciones de los cuerpos acuáticos.

En la actualidad, como se muestra en la clasificación, los cultivos constituyen la tasa más consistente de cambio de suelo.

Es importante señalar que como las escenas corresponden a la estación seca, no es posible apreciar los campos cultivados en su máxima amplitud por la escasez de agua para riego propia de la época seca, sin embargo, aún recalcando estos aspectos alcanzaron el 12.38% del área total en el año 2013; durante la época de lluvias el porcentaje de cultivos agropecuarios sería mayor probablemente. La estacionalidad también permite explicar la reducción de los cuerpos de agua a 1.69%, los sedimentos se perfilan bajo el porcentaje de 0.83%.

En el año 2013 la categoría de vegetación escasa aún se presenta en extensiones menores y dispersas pero se ha incrementado ocupando el 1.33% del área de interés. Si bien aparentemente no constituye un porcentaje elevado, se ha extendido en el centro y hacia el noreste ocupado antiguas zonas cultivadas o de monte espinoso. En referencia a los años anteriores, el monte espinoso también ha disminuido, ocupando

en el año citado el 4.45% del área de estudio mientras que el bosque de ladera se perfila en un 41% aproximado.

El uso actual de la tierra al 2015 muestra que la expansión de la frontera agrícola continúa activa abarcando el 20.38% del área evaluada, la menor tasa de cambio se explica porque estamos abarcando la diferencia entre un periodo menor de 2 años. Por lo expuesto se identifica que la tasa de cambio se eleva en el tiempo. Las áreas urbanas, si bien se han incrementado representan el 0.19% del área total evaluada; el monte espinoso se ha mantenido relativamente; sin embargo, por la localización de las áreas de escasa vegetación se infiere que pudieron ser áreas de monte espinoso. Como podemos observar en los mapas la categoría de vegetación escasa se estaría formando particularmente sobre vegetación de monte espinoso.

La nubosidad constituyó un factor importante de recalcar, cubriendo el 22.18% del área de interés afectando la clase de bosque de ladera hacia el sur, aquello explica los valores menores que se obtuvieron en comparación a años anteriores.

A continuación se cuantifican los usos de suelo para el periodo de estudio (1989 - 2015) en valor absoluto y porcentaje referente al área estudiada.

TABLA 5.25. Usos de suelo en hectáreas (1991 – 2015).

Tipo de cobertura	1991	2000	2013	2015
Bosque seco	257075.70 ha	214186.76 ha	211527.00 ha	211404.92 ha
Bosque de ladera intervenido	348090.99 ha	508336.76 ha	414143.02 ha	114655.76 ha
Bosque húmedo	224603.10 ha	283400.02 ha	174056.33 ha	377744.10 ha
Cultivos agropecuarios	66403.10 ha	84372.62 ha	125091.60 ha	199972.05 ha
Cuerpos de agua	11117.69 ha	18132.82 ha	17084.40 ha	12730.61 ha
Áreas urbanas	1338.76 ha	1443.47 ha	1517.46 ha	1854.15 ha
Sedimentos	2180.04 ha	3915.54 ha	8369.63 ha	5624.36 ha
Monte espinoso	59003.94 ha	44574.05 ha	44937.46 ha	43430.56 ha
Vegetación escasa	8272.90 ha	12764.40 ha	13444.88 ha	13639.06 ha
Nubosidad/No Data	282588.19 ha	89553.78 ha	250508.43 ha	279624.64 ha

Fuente: Elaboración propia

MAPA N° 5.18. Usos de suelo en el año 2013

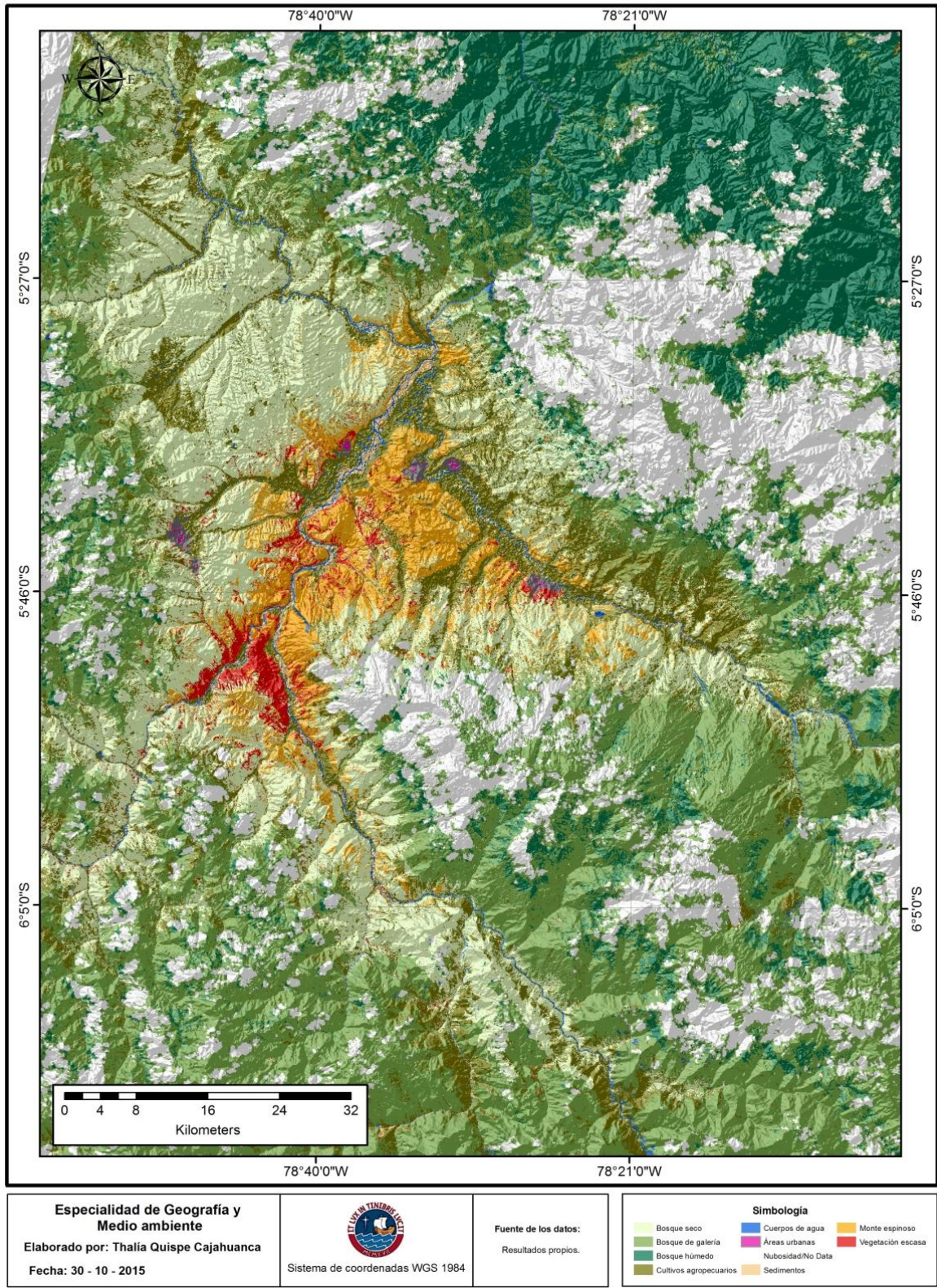


TABLA 5.26. Usos de suelo en porcentaje sin considerar la nubosidad en el área total (1991 - 2015).

Tipo de cobertura	1991	2000	2013	2015
Bosque seco	26.28%	18.29%	20.94%	21.55%
Bosque de ladera intervenido	35.59%	43.41%	41.00%	11.69%
Bosque húmedo	22.96%	24.20%	17.23%	38.50%
Cultivos agropecuarios	6.79%	7.20%	12.38%	20.38%
Cuerpos de agua	1.14%	1.55%	1.69%	1.30%
Áreas urbanas	0.14%	0.12%	0.15%	0.19%
Sedimentos	0.22%	0.33%	0.83%	0.57%
Monte espinoso	6.03%	3.81%	4.45%	4.43%
Vegetación escasa	0.85%	1.09%	1.33%	1.39%

Fuente: Elaboración propia

En el cálculo de las tasas de cambio se seleccionaron las clases de Bosque seco, cultivos agropecuarios, áreas urbanas y vegetación escasa; cuya expansión podría significar una reducción del bosque seco, hábitat de las especies de estudio.

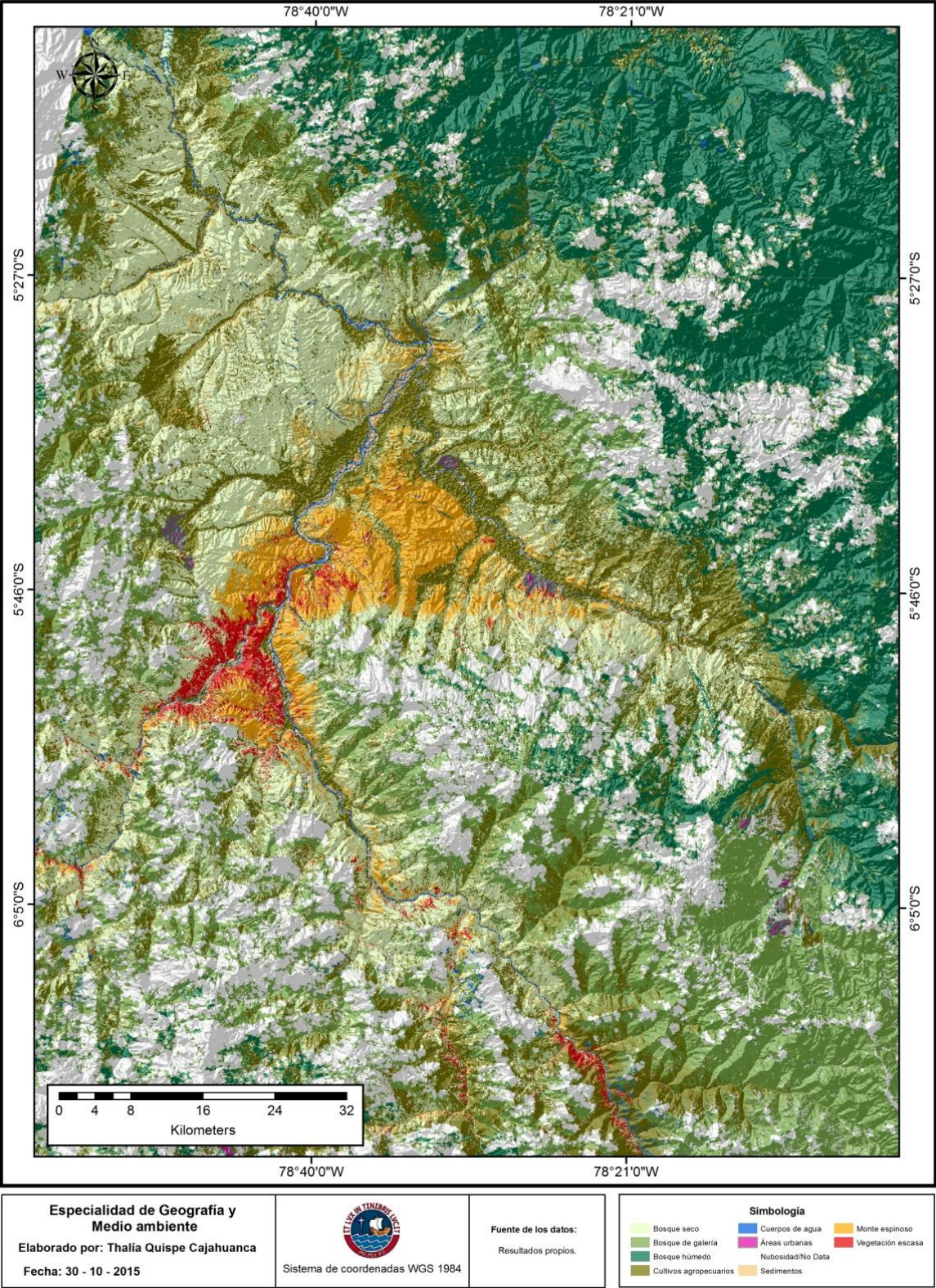
TABLA 5.27. Tasas de cambio de usos de suelo en porcentaje (1991 – 2015).

Tipo de cobertura	1991 – 2000	2000 – 2013	2013 – 2015
Bosque seco	-16.68%	-1.24%	-0.06%
Cultivos agropecuarios	27.06%	48.26%	59.86%
Áreas urbanas	7.82%	5.13%	22.19%
Vegetación escasa	54.29%	5.33%	1.44%

Elaboración propia

Puede apreciarse que la extensión de Bosque seco manifiesta una tasa negativa, lo cual indica su reducción. La disminución más considerable se llevó a cabo en el periodo 1991 - 2000, siendo menor en la actualidad, aquello puede explicarse por la dirección que han preferido los cultivos y plantaciones hacia la categoría de bosque de ladera intervenida.

MAPA N° 5.19. Usos de suelo en el año 2015



Sin embargo, la cobertura de cultivos agropecuarios aumenta considerablemente en el tiempo, aquello, en conjunto con la tasa de aumento reciente de las áreas urbanas por demandará áreas adyacentes para la instalación de nuevas parcelas lo cual continuaría afectando las dimensiones del bosque natural sobre todo en la zona central. Se destaca la tasa de incremento de los cultivos, superior a la propia de áreas urbanas y vegetación escasa en general, aunque la categoría de vegetación escasa haya manifestado la mayor tasa de cambio en el periodo 1991 - 2000. La tasa de incremento es menor en el periodo 2000 - 2013, sin embargo, la tendencia al aumento de éstas tres clases es sostenida. Considerando la tasa de disminución de la clase Bosque seco durante el periodo más reciente, 2013 - 2015, es posible afirmar que la agricultura no lograría ocupar toda el área concerniente a la cobertura vegetal natural; sin embargo, de continuar esta tendencia el bosque natural se vería reducido a parches cada vez más discontinuos entre áreas de vegetación escasa.

De este modo la distribución potencial de las especies evaluadas es contrastada con la distribución de las personas y de sus actividades, de acuerdo a los resultados, se distinguen dos panoramas para las áreas colonizables: áreas ubicadas en bosque seco localizadas en Bagua Grande, Bellavista, Cumba y hacia el norte hasta el sur de Chirinos. El segundo caso que se identificó son áreas que estarían emplazadas en bosques de ladera ocupados por actividad antrópica, las cuales no podrían considerarse aptas para la migración por sus características ecológicas propias de plantaciones y cultivos, especialmente en las provincias de Bagua y Cutervo donde se presentaron áreas de certeza media.

El trabajo con vegetación de bosque seco en sí mismo complejo. De la clasificación y los métodos empleados se han derivado una serie de observaciones que pueden aportar a los usuarios interesados en realizar investigación en estos ecosistemas ya sea como hábitat de fauna silvestre o a nivel de cobertura vegetal.

Es interesante observar que en el trabajo con bosques secos, los cultivos presentan signos de vegetación más vigorosa en comparación con el bosque natural, que se observará en tonos muy sutiles verde - amarronados en mayor medida, por lo cual, su distinción visual no es sencilla. Requiere entrenarse en el análisis visual de la imagen que puede apoyarse en material complementario como el visor de Google Earth para realizar una correcta identificación de sus dimensiones.

En el caso de la identificación de vegetación xerófita, la identificación visual mediante composición de bandas se perfila de un modo similar al mencionado anteriormente, especialmente si se estudia vegetación dispersa, como en el presente caso de estudio.

Visualmente y espectralmente, dependiendo de la resolución de la imagen satelital, algunas áreas pueden confundirse con suelo desnudo, aunque, aquello no signifique que no haya vegetación en la realidad. La identificación de esta categoría requiere mayor rigurosidad en el análisis de la escena, siendo necesario contar con información de campo para validar la existencia efectiva de vegetación en el área de interés y evitar sobreestimar las dimensiones de la misma. No se debe descartar que puedan hallarse áreas desprovistas de vegetación o con vegetación escasa para lo cual se recomienda la creación de una categoría adicional como se realizó en el presente estudio.

La problemática de la nubosidad es universal en los estudios con sensores remotos y teledetección, motivo por el cual, se distinguieron dos posibles procedimientos, el primero de ellos consiste en enmascarar las nubes para excluirlas de la clasificación; y, el segundo, consiste en crear una clase con muestras ADE para nubes. En ambos casos debe incluirse su sombra pues de lo contrario suele adoptar en la clasificación clases aleatorias, principalmente pueden confundirse con agua.

La desventaja de una clasificación supervisada es que en muchas ocasiones el número de clases seleccionado puede no calzar adecuadamente con la información que ofrece la imagen. Resultando en una generalización excesiva, donde se incluyen en determinada categoría, áreas que no pertenecen a la clase pero a las cuáles se les atribuye características comunes. En el caso de la categoría de áreas urbanas, con la información de las ADE fueron asignadas dentro de ésta clase algunas áreas de campos de cultivo en proceso de preparación o recién cosechados, es decir, sin vegetación. Para una mejor diferenciación se recomienda la creación de categorías adicionales como parcelas en desuso, lo cual, se aplicó en el método con ENVI en donde se requirieron mayores especificaciones a nivel de clases.

Por otro lado, al contrastar los productos obtenidos mediante la clasificación en ArcGIS y en ENVI se observaron resultados similares de clasificación mediante el método supervisado, aunque se emplearon dos algoritmos distintos de clasificación, lo cual, permite validar también los productos obtenidos.

Es interesante realzar algunas diferencias entre ambos métodos, respecto a ENVI, se ha evidenciado como un software más especializado en clasificación, integrando un manejo más amplio y complejo de la firma espectral de cada clase mediante la asignación de intervalos en función de la reflectancia de cada cobertura. Motivo por el cual, se le atribuye mayor precisión en la clasificación de firmas espectrales; igualmente, presenta una mayor facilidad para realizar una corrección atmosférica

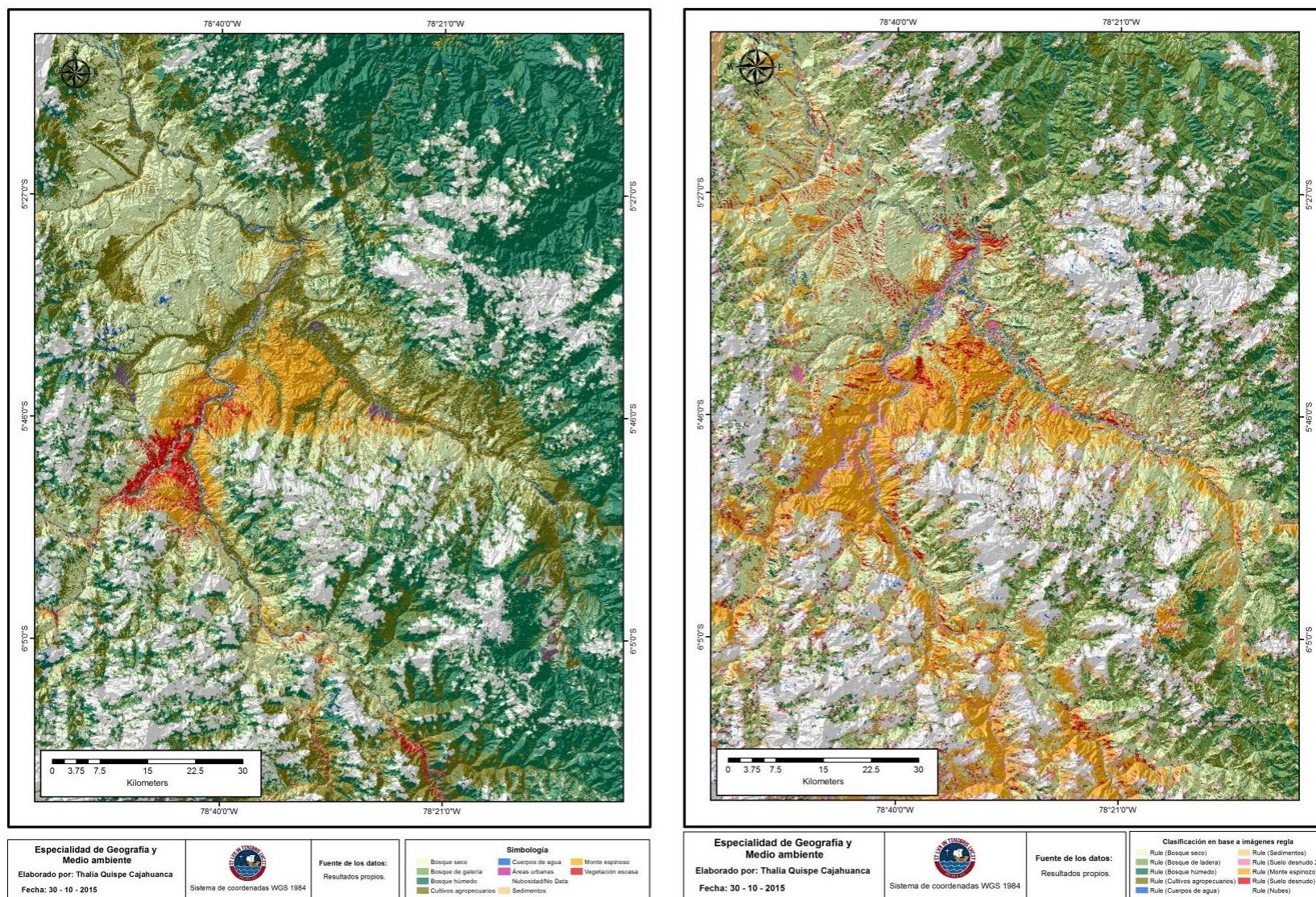
antes de dar inicio al proceso de clasificación supervisada. Sin embargo, la clasificación supervisada mediante el software ArcGIS fue más amigable y flexible, presentó procedimientos más sencillos, incluyendo la creación semiautomática de la signatura espectral donde no es un prerequisite la especificación de umbrales para obtener una signatura adecuada.

El algoritmo empleado en ENVI denominado *SAM* resultó más complicado de manejar al momento de clasificar usos mixtos y vegetación de monte espinoso, clases fundamentales que conforman el área de interés a evaluar. Empleando el algoritmo de *Maximum Likelihood*, los resultados fueron mucho más favorables y rápidos, debido a que la clasificación se guía en función del pixel más próximo. De este modo *maximum likelihood* se adaptó mejor a la clasificación de áreas de bosque seco y vegetación xerófila. Sin embargo, en la clasificación ENVI se pudieron identificar en mejor medida el detalle de algunas clases importantes como en el caso de los cultivos agropecuarios pudiéndose distinguir superficies parceladas en uso, en desuso y campos inundados con cultivos de arroz mientras que el software ArcGIS tiende a la generalización.

Empleando ArcGIS 10.1, algunos pixeles de la categoría de área urbana fueron considerados como suelo desnudo, extendiéndose a lo largo de la clasificación, especialmente en la escena del año de 1991. En el procedimiento de corrección con método ENVI el ajuste fue más automático, se utilizaron imágenes de regla para discernir el grado de detalle de las clasificaciones mediante la asignación de umbrales; una herramienta muy útil que mejora en gran medida los resultados preliminares de la CS; sin embargo, éste método no permite limpiar completamente la clasificación de polígonos poco significativos inscritos en la matriz de cada categoría, siendo necesario migrar el resultado a la plataforma ArcGIS para depurar el producto.

En ArcGIS 10.1 fue posible realizar una correcta generalización del producto y reparar los pixeles que habían incurrido en error, las correcciones fueron semimanuales por categoría y por año, mediante la discriminación visual del error muchas veces teniendo la necesidad de realizar observaciones a nivel de pixel. En el análisis visual se recurrió a imágenes de alta resolución de Google Earth y el propio insumo de las escenas Landsat como base, además del trabajo de campo para una corrección adecuada y realista.

MAPA N° 5.20. Comparación de resultados de clasificación por métodos ArcGIS 10.1 y ENVI, 2015



La configuración del paisaje es una expresión de la conducta humana (Morera et al., 2013), anteriormente la heterogeneidad del paisaje se ha caracterizado en función de los usos de suelo, comprendiendo diez usos diferentes, en función de la investigación de campo se destacaron cuatro componentes fundamentales que configuran el paisaje actual del área de estudio donde la localización particular de cada uno en el territorio explica los procesos que en él se desarrollan: el bosque natural, el bosque intervenido, la agricultura y las áreas urbanas. Para mayor precisión, las observaciones de los tipos de bosque se compararon con las características altitudinales del área de estudio encontrando concordancia y reconociendo los siguientes ecotonos: el bosque seco incluyendo las áreas de monte espinoso y el bosque de ladera.

Más del 50% de los paisajes naturales observados en los distritos de estudio corresponde al área de bosque seco. El bosque seco se extiende a partir de Bagua siguiendo el curso de río Marañón por las localidades de Jaén, Bellavista hasta el Río Chinchipe, Namballe y la frontera con Ecuador. En el distrito de Bellavista aún persisten zonas significativas de bosque seco en las laderas adyacentes a los cuerpos de agua. Se destacan como paisajes naturales la zona principal de la Guayaba, la zona de Inguro en dirección a Santa Rosa y la zona de Ambato - Tamborapa hacia el norte. Los bosques secos con cactáceas se identificaron al sur a la altura del río Chamaya y en el distrito de El Milagro, distinguible por la predominancia de monte espinoso. En el bosque seco predominan especies de arbustos entre 2 y 3 metros de altura y árboles achaparrados, la especie representativa del bosque seco es la *Acacia Macracantha* o “faique” distribuido hasta 2400 m.s.n.m. Como afirma Bridgewater et al., (2003). el bosque seco contiene en sí mismo especies de plantas endémicas que le da un valor extraordinario; sin embargo, su valoración está restringida a la valoración académica, la comunidad aún no lo ha identificado.

La modificación de la cubierta vegetal generando usos mixtos del paisaje como el bosque de ladera intervenido. Los ecosistemas o bosques de ladera se encuentran entre el límite superior del bosque seco, entre los 1.900 - 2.200 m.s.n.m. presenta mayor cobertura vegetal (Gobierno Regional de Cajamarca, 2012). El bosque de ladera intervenido se identificó circundando el área de bosque seco, se presenta como un bosque alterado donde se distinguió el uso mixto de plantaciones con bosque remanente natural. Se identificó como la vegetación de mayor influencia antrópica con especies de árboles como el achiote, la cascarilla, catahua, guayacán, higuerón, ishpingo, iguaguana, cedro, romerío, moreo, los toches, la pumapara, y especies mejoradas como el barecón. Los sistemas agroforestales y las plantaciones de cacao y café se observaron, especialmente, en nuestra área de estudio a la altura de los

centros poblados de Rosario de Chingama y vista Alegre de Chingama a partir de la localidad de San Lorenzo.

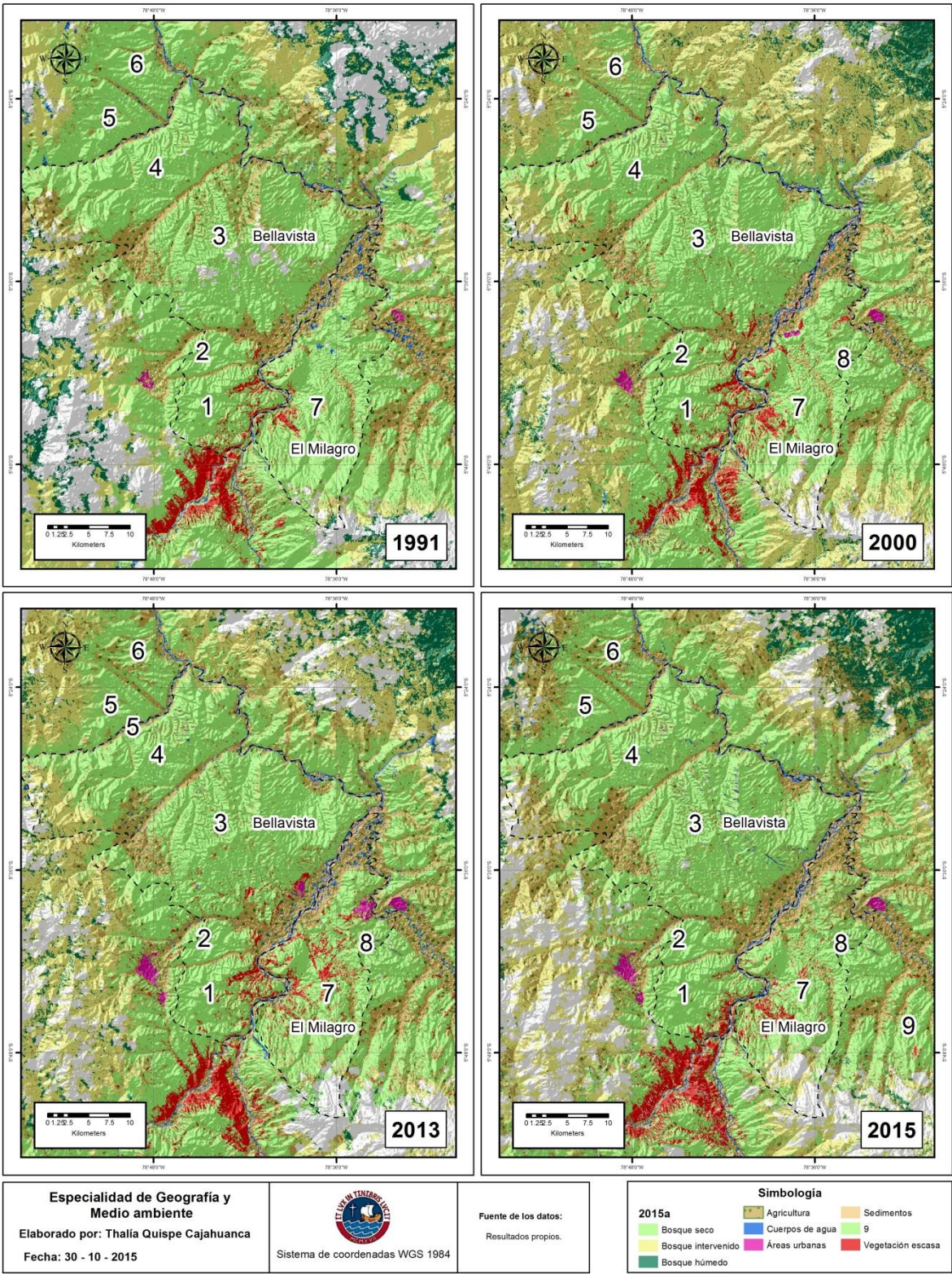
Las áreas urbanas se localizan en áreas de topografía llana, son de patrón disperso; sin embargo, se evidencia el proceso de expansión urbana.

De acuerdo al análisis multitemporal se observa una intervención fuerte de la agricultura en Bellavista y El Milagro. La agricultura, se conforma principalmente por campos de *Oryza sativa* inundables, la introducción del cultivo de arroz es reciente y su proliferación observable a partir del año 1991, de acuerdo al análisis de imágenes satelitales, hasta la actualidad, lo que significó el reemplazo de la mayoría de los cultivos locales. Los espacios agrícolas se localizan entorno a las carreteras y áreas urbanas, en áreas de relieve llano, abanicos y terrazas aluviales, en función a la ubicación de cuerpos de agua necesarios para sustentar ésta actividad primaria. En algunos casos se distingue un patrón lineal como áreas parceladas que se sitúan siguiendo el cauce del Río Marañón pues responden a la intención de mejorar la productividad. Se destacan como paisajes agrícolas de arrozales los valles de Shumba alto y Shumba bajo.

Sin embargo, el agua necesaria para el mantenimiento del riego por inundación es insuficiente, debido a ello, en los últimos 10 años se ha implementado riego por bombeo ubicándose alrededor de 60 motobombas en un recorrido de 4 km, aproximadamente, a partir de la zona de Sambimera, constituyendo una perturbación adicional y creciente al ecosistema. La agricultura en el área de estudio constituye mayoritariamente cultivos en limpio, debido a ello, la vegetación es considerada un problema para los agricultores, lo cual, se traduce en la quema de las formaciones locales con la finalidad de la ampliación de la frontera agrícola, de esta manera la alteración física del paisaje por la acción antrópica está generando la alteración en la composición de la flora constituyendo un riesgo para las especies de estudio considerando que los registros por especie han sido colectados en algunos casos asociados a determinadas especies de plantas como las especies xerófitas que se encuentran entre las más impactadas por los efectos de quema.

Existe una estrecha relación entre la configuración espacial del paisaje y los procesos que en él se desarrollan, conociendo que, de acuerdo a la caracterización socioeconómica, más del 50% de la población se desempeña como agricultor, ello explica la tendencia en aumento de la ampliación de la frontera agrícola. Sin embargo, los impactos de su localización en el territorio resultan negativos para el paisaje como hábitat de las especies evaluadas, en relación a la fragmentación del bosque.

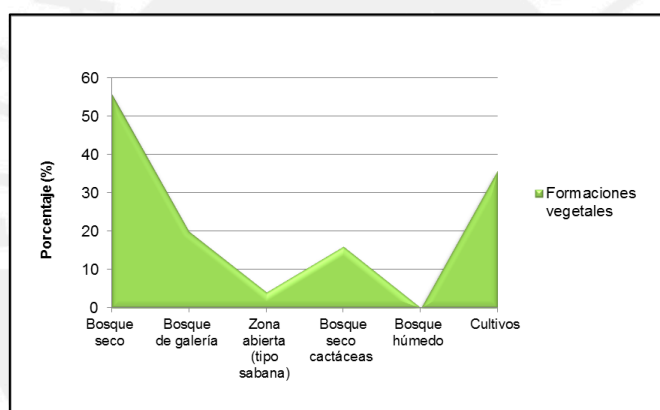
MAPA N° 5.21. El estado de la fragmentación del paisaje en el área de estudio
Periodo 1991 - 2015



La fragmentación se asocia con el efecto negativo derivado de la acción antrópica en el paisaje. Entre las principales causas de la fragmentación se distinguen la agricultura, generando áreas de ruptura de la continuidad más que por la pérdida de superficie, de este modo, se identifica la creación de barreras originadas por influencia humana. Se está produciendo un seccionamiento del área de estudio, lo cual, es indicador de un proceso de fragmentación. En función a ello, es un posible hacer una aproximación al número de fragmentos, en el Mapa N° 5.21 se han podido distinguir 9 secciones que presentan ésta tendencia, agudizada en el año 2015. La tendencia señalada puede conllevar a una modificación intensa del hábitat de las especies evaluadas.

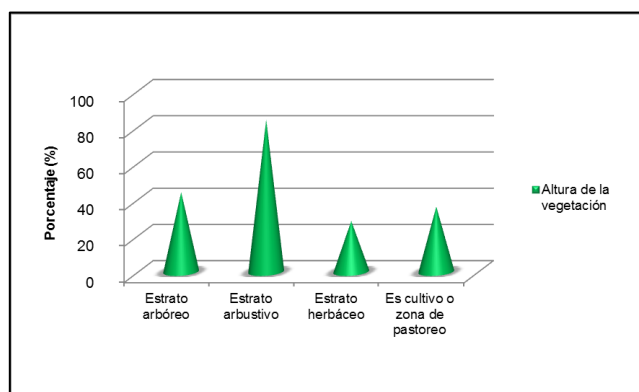
En función de las fichas de paisaje se han obtenido atributos propios del hábitat de las especies evaluadas.

FIGURA N° 5.4. Formaciones vegetales identificadas en el área de estudio.



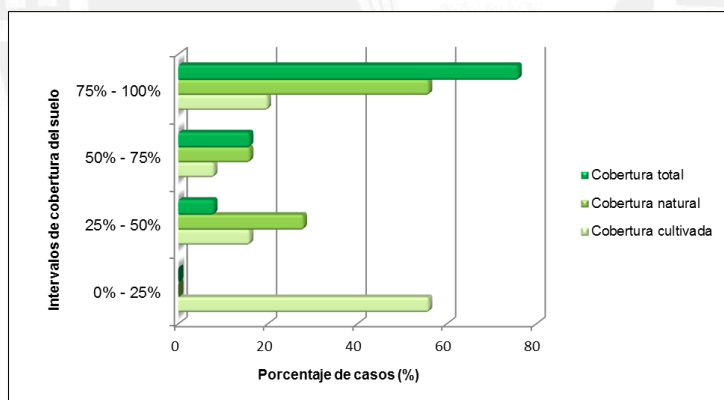
Fuente: Elaboración propia

Siguiendo la siguiente clasificación; bosque seco, bosque de galería, zona abierta (tipo sabana), bosque seco con cactáceas, bosque húmedo y cultivos, se observó que el 56% del área de estudio está conformado por bosque seco, ubicándose en segundo lugar la prevalencia de formaciones con cultivos (36%), particularmente de arrozales, cafetales y frutales. El bosque de galería se presenta en un 20% y el bosque seco de cactáceas en 16% de los paisajes observados. En mucho menor medida (4%) se presenta la zona abierta de tipo sabana y hay ausencia total de bosque húmedo en los distritos de Bellavista y El Milagro. Es importante señalar que la categoría de bosque húmedo se incluyó considerando las categorías de la clasificación supervisada; sin embargo, como se ha determinado, no se aplica en el caso de los distritos que conforman el área de estudio.

FIGURA N° 5.5. Estratos de vegetación identificados en el área de estudio.

Fuente: Elaboración propia

El territorio observado ha sido clasificado según los siguientes estratos: estrato arbóreo, estrato arbustivo, estrato herbáceo, cultivo o zona de pastoreo. La presencia mayoritaria corresponde al estrato arbustivo con un 84% mientras que el estrato arbóreo ocupa el segundo lugar con un 44%. El territorio dedicado al cultivo o como zona de pastoreo ocupa el tercer lugar con un 36% y en cuarto lugar se ubica el espacio herbáceo con un 28%.

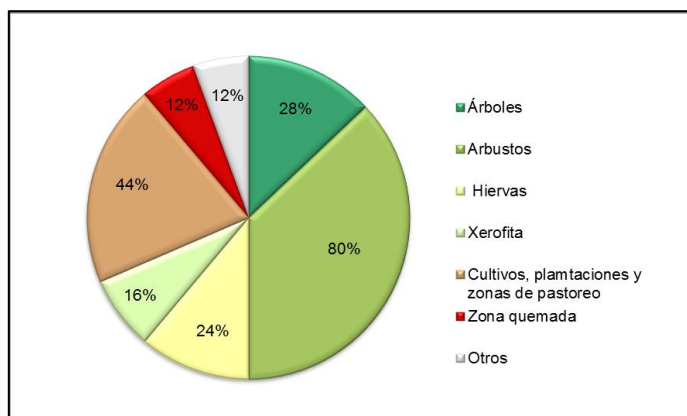
FIGURA N° 5.6. Cobertura natural y cultivada del paisaje

Fuente: Elaboración propia

En cada punto de observación se registró el porcentaje de cobertura de vegetación total, el porcentaje de vegetación cultivada y el porcentaje de vegetación natural que cubrían el paisaje evaluado. El análisis determinó que en el segmento cuyo territorio está cubierto entre 100% - 75% por vegetación, la cobertura natural estuvo presente en 56% mientras que el área cultivada se observó en 20%. En áreas cuya cobertura de vegetación corresponde entre 75% - 50%, la vegetación natural alcanza el 16% en tanto que la cobertura cultivada representa el 8%. En el tercer segmento que caracteriza una cobertura de vegetación entre 50% - 25%, la vegetación natural

alcanza al 28% mientras que la vegetación cultivada se distingue en 16%. En el segmento que representa áreas de escasa cobertura vegetal, entre 0% - 25%, el 56% se identificó ocupado por cultivos sin presencia de vegetación natural. En general podemos decir que a mayor cobertura de vegetación, mayor vegetación natural; y de manera inversa, a menor cobertura de vegetación, mayor vegetación cultivada.

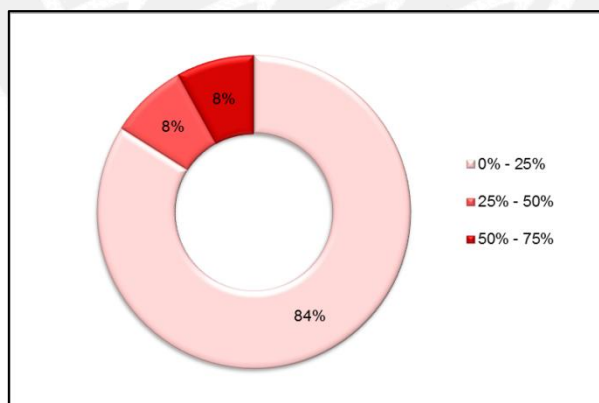
FIGURA N° 5.7. Vegetación identificada en el área de estudio.



Fuente: Elaboración propia

Según lo observado el paisaje se configura en 80% de especies arbustivas en tanto que el 44% está dedicado a vegetación para pastoreo, cultivos y plantaciones. En menor medida se presentan especies arbóreas (28%) y vegetación herbácea (24%).

FIGURA N° 5.8. Porcentaje de suelo descubierto



Fuente: Elaboración propia

Los bosque de xerofitas representan el 16% de los paisajes observados, debido a que la clase ha sido añadida también a la categoría general de bosque seco; sin embargo, mantienen una extensión significativa, especialmente en el distrito de El Milagro. En las fichas de paisaje se precisó una categoría opcional donde podían detallarse otros usos de suelo, es interesante el valor considerable de 12% referente a la quema de

vegetación como un inicio y/o preparación de terrenos para implementar zonas de cultivo.

Se ha establecido intervalos atendiendo al porcentaje de suelo descubierto, de este modo observamos que el 84% del área de estudio está ubicado en el primer intervalo que caracteriza áreas con suelo descubierto inferior 25%. Áreas con porcentaje de suelo descubierto mayor al 25% sólo constituyen el 16% del área de estudio. De este modo, se distingue el 8% del área de estudio con suelo descubierto entre 25% - 50% y en igual medida, el 8% del área de estudio con suelo descubierto entre 50% - 75%. De este modo, el paisaje se presenta cubierto mayoritariamente por vegetación; sin embargo se distinguen zonas sin vegetación actual, aquello se explica por la existencia de áreas que han sido severamente quemadas siendo mayoritariamente en bosques de cactáceas.

Profundizando en las formaciones y especies vegetales que conforman el hábitat de las especies de estudio, se distinguen especies vegetales caducifolias que pierden sus hojas debido a la poca humedad y especies que las mantienen por un periodo más prolongado como las bombacáceas. Las observaciones realizadas se han agrupado en función a los trayectos evaluados:

El trayecto Sambimera – La Guayaba se distingue como un área libre de plantaciones, se han encontrado mayormente cactáceas y especies espinosas de acacias como *Capparis escábrida*, asteráceas y *Buganvilla peruviana* especie endémica de la zona de Bellavista, atractiva por los colores de los pétalos. En menor medida especies de *Teofrastáceas* del género *Jaquinia*, endémica del bosque seco local. Por otro lado, las inmediaciones del río Marañón se encuentran ocupadas por plantaciones de arroz desde el centro poblado de Bellavista hasta el caserío Sambimera.

En el trayecto Jaén - San Lorenzo de Chingama, se observó bosque de ladera con plantaciones y bosque natural encontrando cultivos de café, sistemas agroforestales de café, plátano, yuca, maíz y combinaciones de plantaciones de árboles frutales como la guaba. En zonas de laderas hay pastizales que se han ido formando por la quema de la vegetación, ésta perturbación ha sido constante impidiendo el avance del proceso de asentamiento y sucesión de árboles y arbustos para utilizar el área como zona de pastoreo a campo abierto para ganadería extensiva. Se identificó que la transición hacia el bosque de ladera intervenido empieza entre los 900 m.s.n.m - 1000 m.s.n.m encontrando ecotonos de cambio de vegetación. Sobre los 1500 m.s.n.m ya es evidente el bosque de ladera con especies de *Trema micrantha*, melastomatáceas

del género *Miconia* y *Tibouchina*, propias de suelos rojizos degradados y ácidos. Ingresando nuevamente al bosque seco encontramos árboles pequeños y achaparrados espinosos como *Acacia macracanta* y *Parkinsonia praecox*. En el recorrido Ambato - Cerezal, se identificaron cultivos de arroz bajo riego del río Tabaconas y laderas con signos de aprovechamiento, que conforman posiblemente terreno cultivado en época de lluvias por la humedad natural.

En el trayecto Inguro - Puerto Huallape, a partir del centro poblado Shumba hasta el centro poblado Puerto Guayape se observó la presencia de cactáceas del género *Espostoa*, *Huitiringa* y la especie *Melocactus bellavistenses*. Entre los árboles espinosos se citan *Acacia macracanta*, *Pithecellobium* sp. y *Hura crepitans*. Una especie dominante es el *Croton thurifer* una forbiácea de porte pequeño que alcanza hasta 2 metros de altura. La diferencia con otras rutas es la presencia de *Ceiba insignis* una especie propia de bosque seco pero que no se distribuye en todo los espacios sino solamente en el cruce Shumba, a la altura del caserío México. A las orillas del Río Chinchipe se encontraron especies propias del bosque ribereño como *Gynerium sagittatum*. Además, algunas especies espinosas, principalmente el faique, *Hura crepitans* y *Leucaena* sp. También se identificó el cerecito, un árbol muy difundido en la zona cuyo nombre científico es *Muntingia calabura* y la especie endémica *Guazuma ulmifolia*. El trayecto no está exento de plantaciones de arroz, cacao, plátanos y algunos frutales como mango, en las zonas cercanas a la carretera. Así como plantaciones de *Tectona grandis* o cedro de la india y *Eucalyptus saligna* en las inmediaciones del centro poblado Shumba bajo, especies introducidas que se han adaptado a esos espacios como especies reforestadas.

En el trayecto del distrito de El Milagro predomina el bosque seco con presencia de cactáceas y pastizales, es una ruta de crianza de animales, principalmente caprino y vacuno. A partir del centro poblado El Milagro en dirección al Pongo de Rentema se observó agricultura con plantaciones de plátano, noni, coco, arroz, maíz y tamarindo, estas especies presentan buena adaptación al bosque seco y mantienen una importante producción local. A la altura del Pongo de Rentema las plantaciones se vuelven angostas por la morfología estrecha del valle. Se observaron bromeliáceas, cactáceas del género *Opuntia*, *Melocactus bellavistensis*, *Armatocereus rauhii*, *Acacia macracanta*, *Capparis scabrida* como especies propias de zona. También se identificaron gramíneas y especies del género *Peperonia* en grandes cantidades. En El Valor, se observó vegetación ribereña del río Marañón conformada por *Gynerium sagittatum* y gramíneas. En esta sección se observaron áreas privatizadas de monte espinoso natural con especies de cactáceas *Opuntia quitensis*, *Melocactus*

bellavistensis, y *Espostoa mirabilis*. Se distinguieron áreas quemadas que involucraban a las especies xerófilas citadas. A la altura del centro poblado Siempre Viva, los pastizales se han formado por la quema de la vegetación con fines de crianza de ganado caprino, la presencia de gramíneas se mantiene.

Condensando los aspectos más destacados, morfológicamente el paisaje del área de estudio es como una hoyada, de este modo, al trasladarse en cualquier dirección a partir del área central se observan los cambios de ecotono, donde la vegetación de bosque seco abre paso al bosque de ladera. Esta observación coincide con la descripción de los bosques secos del Marañón brindada por el gobierno regional de Cajamarca (2009) como una isla de ecosistemas aislados por barreras biogeográficas.

La composición florística difiere de los bosques secos de la costa, si bien existe cierta similitud considerando especies como el algarrobo y las acacias. En los bosques interandinos del Marañón se destacan especies espinosas como *Parkinsonia praecox* y *Pithecellobium* sp. que no están presentes en la costa (Bridgewater et al., 2003). También se distinguieron paisajes de cactáceas compuestos por las especies *Armatocereus rauhii*, *Espostoa mirabilis* y *Browningia* sp. coincidiendo con la descripción de Weberbauer (1936) de las formaciones y tipos de vegetación propias de los bosques secos interandinos del Marañón.

La totalidad de las especies vegetales identificadas se presentan a continuación en la tabla de resultados N° 5.28, para visualizar los mapas por especie revisar en Anexo N°4.

TABLA N° 5.28. Especies vegetales registradas en el área de estudio

Departamento	Provincia	Distrito	Trayecto evaluado	Nombre científico	Nombre común	Latitud	Longitud	Altitud
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Sambimera - La Guayaba	<i>Capparis discolor</i>	-	5° 37' 43.712" S	78° 38' 20.249" W	433.01
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Sambimera - La Guayaba	<i>Tetrasida sp.</i>	-	5° 37' 43.712" S	78° 38' 20.249" W	433.01
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Sambimera - La Guayaba	<i>Capparis discolor</i>	-	5° 35' 41.114" S	78° 37' 20.568" W	452.29
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Sambimera - La Guayaba	<i>Tetrasida sp.</i>	-	5° 35' 41.114" S	78° 37' 20.568" W	452.29
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Sambimera - La Guayaba	<i>Capparis scabrida</i>	Sapote, sapote de perro	5° 35' 41.114" S	78° 37' 20.568" W	452.29
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Sambimera - La Guayaba	<i>Prosopis juliflora</i>	-	5° 35' 41.935" S	78° 37' 20.248" W	448.00
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Sambimera - La Guayaba	<i>Bougainvillea peruviana</i>	Papelillo, buganvilla	5° 35' 41.935" S	78° 37' 20.248" W	448.00
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Sambimera - La Guayaba	<i>Agave americana</i>	Sábila	5° 35' 41.935" S	78° 37' 20.248" W	448.00
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Sambimera - La Guayaba	<i>Cestrum sp.</i>	Hierba santa	5° 35' 41.935" S	78° 37' 20.248" W	448.00
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Sambimera - La Guayaba	<i>Sida paniculata</i>	-	5° 35' 41.935" S	78° 37' 20.248" W	448.00
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Sambimera - La Guayaba	<i>Zanthoxylum rigidum</i>	eta de coche, teta de puerc	5° 35' 41.935" S	78° 37' 20.248" W	448.00
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Sambimera - La Guayaba	<i>Ambrosia peruviana</i>	Altamisa, Artemisa	5° 35' 41.935" S	78° 37' 20.248" W	448.00
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Sambimera - La Guayaba	<i>Capparis flexuosa</i>	Porotillo	5° 35' 41.935" S	78° 37' 20.248" W	448.00
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Sambimera - La Guayaba	<i>Cyathostegia mathewsii</i>	Magllana	5° 35' 41.935" S	78° 37' 20.248" W	448.00
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Sambimera - La Guayaba	<i>Parkinsonia praecox</i>	Palo verde	5° 35' 41.935" S	78° 37' 20.248" W	448.00
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Sambimera - La Guayaba	<i>Ipomoea carnea</i>	Borrachera	5° 35' 41.935" S	78° 37' 20.248" W	448.00
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Sambimera - La Guayaba	<i>Maytenus octogona</i>	-	5° 35' 41.935" S	78° 37' 20.248" W	448.00
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Sambimera - La Guayaba	<i>Pereskia horrida</i>	-	5° 35' 41.935" S	78° 37' 20.248" W	448.00
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Sambimera - La Guayaba	<i>Opuntia quitensis</i>	Marán	5° 34' 42.801" S	78° 37' 53.609" W	569.80
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Sambimera - La Guayaba	<i>Agave americana</i>	Sábila	5° 34' 42.801" S	78° 37' 53.609" W	569.80
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Sambimera - La Guayaba	<i>Acacia macracantha</i>	Faique	5° 34' 42.801" S	78° 37' 53.609" W	569.80
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Sambimera - La Guayaba	<i>Cyathostegia mathewsii</i>	Magllana	5° 34' 42.801" S	78° 37' 53.609" W	569.80
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Sambimera - La Guayaba	<i>Capparis flexuosa</i>	Porotillo	5° 34' 42.801" S	78° 37' 53.609" W	569.80
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Sambimera - La Guayaba	<i>Capparis scabrida</i>	Sapote, sapote de perro	5° 34' 42.801" S	78° 37' 53.609" W	569.80
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Sambimera - La Guayaba	<i>Jacquinia mucronata</i>	Lishina	5° 34' 42.801" S	78° 37' 53.609" W	569.80
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Sambimera - La Guayaba	<i>Clusia sp.</i>	Lechero, caucho, churgún	5° 34' 42.801" S	78° 37' 53.609" W	569.80
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Sambimera - La Guayaba	<i>Ipomoea carnea</i>	Borrachera	5° 34' 39.483" S	78° 38' 3.365" W	637.71
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Sambimera - La Guayaba	<i>Tetrasida chachapoyensis</i>	Algodoncillo	5° 34' 39.483" S	78° 38' 3.365" W	637.71
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Sambimera - La Guayaba	<i>Croton thurifer</i>	Cuyishina	5° 34' 39.483" S	78° 38' 3.365" W	637.71
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Sambimera - La Guayaba	<i>Espostoa blosfeldiorum</i>	-	5° 34' 39.483" S	78° 38' 3.365" W	637.71
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Sambimera - La Guayaba	<i>Maytenus octogona</i>	-	5° 34' 21.389" S	78° 38' 13.276" W	767.52
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Sambimera - La Guayaba	<i>Coursetia maraniona</i>	-	5° 34' 21.389" S	78° 38' 13.276" W	767.52
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Sambimera - La Guayaba	<i>Mimosa pectinatifolius</i>	-	5° 34' 21.389" S	78° 38' 13.276" W	767.52
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Sambimera - La Guayaba	<i>Parkinsonia praecox</i>	Palo verde	5° 34' 21.389" S	78° 38' 13.276" W	767.52
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Sambimera - La Guayaba	<i>Senna galegifolia</i>	-	5° 34' 21.389" S	78° 38' 13.276" W	767.52
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Sambimera - La Guayaba	<i>Mimosa incarum</i>	-	5° 34' 21.389" S	78° 38' 13.276" W	767.52
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Sambimera - La Guayaba	<i>Krameria lappacea</i>	-	5° 32' 33.241" S	78° 38' 18.982" W	559.20

Departamento	Provincia	Distrito	Trayecto evaluado	Nombre científico	Nombre común	Latitud	Longitud	Altitud
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Sambimera - La Guayaba	<i>Espostoa mirabilis</i>	-	5° 32' 0.636" S	78° 38' 9.175" W	489.15
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Sambimera - La Guayaba	<i>Opuntia quitensis</i>	Marán	5° 31' 21.090" S	78° 38' 6.626" W	441.93
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Sambimera - La Guayaba	<i>Browningia altissima</i>	-	5° 31' 21.090" S	78° 38' 6.626" W	441.93
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Sambimera - La Guayaba	<i>Senna sp.</i>	-	5° 31' 21.090" S	78° 38' 6.626" W	441.93
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Sambimera - La Guayaba	<i>Caesalpinia</i>	-	5° 31' 21.090" S	78° 38' 6.626" W	441.93
Cajamarca	Jaén	Santa Rosa	Sambimera - La Guayaba	<i>Muntingia calabura</i>	Cerezo	5° 29' 3.696" S	78° 38' 14.845" W	379.37
Cajamarca	Jaén	Santa Rosa	Sambimera - La Guayaba	<i>Hura crepitans</i>	Catagua	5° 29' 3.696" S	78° 38' 14.845" W	379.37
Cajamarca	Jaén	Santa Rosa	Sambimera - La Guayaba	<i>Acacia macracantha</i>	Faique	5° 29' 3.696" S	78° 38' 14.845" W	379.37
Cajamarca	Jaén	Santa Rosa	Sambimera - La Guayaba	<i>Ambrosia peruviana</i>	Altamisa, Artemisa	5° 29' 3.696" S	78° 38' 14.845" W	379.37
Cajamarca	Jaén	Santa Rosa	Sambimera - La Guayaba	<i>Sida paniculata</i>	-	5° 29' 3.696" S	78° 38' 14.845" W	379.37
Cajamarca	Jaén	Santa Rosa	Sambimera - La Guayaba	<i>Brugmansia sp.</i>	Floripondio	5° 29' 3.696" S	78° 38' 14.845" W	379.37
Cajamarca	Jaén	Santa Rosa	Sambimera - La Guayaba	<i>Solanum sp.</i>	-	5° 29' 3.696" S	78° 38' 14.845" W	379.37
Cajamarca	Jaén	Santa Rosa	Sambimera - La Guayaba	<i>Trema micrantha</i>	Atadijo, sinchama	5° 29' 3.696" S	78° 38' 14.845" W	379.37
Cajamarca	Jaén	Santa Rosa	Sambimera - La Guayaba	<i>Zanthoxylum rigidum</i>	eta de coche, teta de puerc	5° 29' 3.696" S	78° 38' 14.845" W	379.37
Cajamarca	Jaén	Bellavista	San Agustín	<i>Cordia iguaguana</i>	Iguaguana	5° 37' 11.694" S	78° 46' 16.889" W	738.56
Cajamarca	Jaén	Bellavista	San Agustín	<i>Solanum riparium</i>	Pico pico	5° 37' 11.694" S	78° 46' 16.889" W	738.56
Cajamarca	Jaén	Bellavista	San Agustín	<i>Ambrosia peruviana</i>	Altamisa, Artemisa	5° 37' 11.694" S	78° 46' 16.889" W	738.56
Cajamarca	Jaén	Bellavista	San Agustín	<i>Senegalia riparia</i>	Sierrilla, uña de gato	5° 37' 11.694" S	78° 46' 16.889" W	738.56
Cajamarca	Jaén	Bellavista	San Agustín	<i>Desmodium sp.</i>	Pega - pega	5° 37' 11.694" S	78° 46' 16.889" W	738.56
Cajamarca	Jaén	Bellavista	San Lorenzo - Santa Rosa de Chingama	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guácimo	5° 32' 17.948" S	78° 49' 32.527" W	700.52
Cajamarca	Jaén	Bellavista	San Lorenzo - Santa Rosa de Chingama	<i>Cordia lutea</i>	Overall, Overo	5° 32' 17.948" S	78° 49' 32.527" W	700.52
Cajamarca	Jaén	Bellavista	San Lorenzo - Santa Rosa de Chingama	<i>Erythrina glauca</i>	-	5° 32' 15.615" S	78° 49' 39.990" W	708.29
Cajamarca	Jaén	Bellavista	San Lorenzo - Santa Rosa de Chingama	<i>Sapindus saponaria</i>	Choloque	5° 32' 15.615" S	78° 49' 39.990" W	708.29
Cajamarca	Jaén	Bellavista	San Lorenzo - Santa Rosa de Chingama	<i>Malvastrum sp.</i>	Falsa malva	5° 32' 15.615" S	78° 49' 39.990" W	708.29
Cajamarca	Jaén	Bellavista	San Lorenzo - Santa Rosa de Chingama	<i>Vernonanthura patens</i>	Laritaca, panga shungo	5° 31' 51.103" S	78° 50' 6.885" W	799.34
Cajamarca	Jaén	Bellavista	San Lorenzo - Santa Rosa de Chingama	<i>Muntingia calabura</i>	Cerezo	5° 31' 51.103" S	78° 50' 6.885" W	799.34
Cajamarca	Jaén	Bellavista	San Lorenzo - Santa Rosa de Chingama	<i>Senegalia riparia</i>	Sierrilla, uña de gato	5° 31' 51.103" S	78° 50' 6.885" W	799.34
Cajamarca	Jaén	Bellavista	San Lorenzo - Santa Rosa de Chingama	<i>Maclura tinctoria</i>	Morero	5° 31' 51.103" S	78° 50' 6.885" W	799.34
Cajamarca	Jaén	Bellavista	San Lorenzo - Santa Rosa de Chingama	<i>Tecoma rosifolia</i>	-	5° 31' 51.661" S	78° 50' 19.968" W	863.57
Cajamarca	Jaén	Bellavista	San Lorenzo - Santa Rosa de Chingama	<i>Asteraceae</i>	-	5° 31' 51.661" S	78° 50' 19.968" W	863.57
Cajamarca	Jaén	Bellavista	San Lorenzo - Santa Rosa de Chingama	<i>Albizia multiflora</i>	María angola, angolo	5° 32' 0.632" S	78° 50' 45.614" W	1045.94
Cajamarca	Jaén	Bellavista	San Lorenzo - Santa Rosa de Chingama	<i>Lythraceae sp. (flores rojas)</i>	-	5° 32' 0.632" S	78° 50' 45.614" W	1045.94
Cajamarca	Jaén	Bellavista	San Lorenzo - Santa Rosa de Chingama	<i>Lantana sp. (flores rojas)</i>	-	5° 32' 0.632" S	78° 50' 45.614" W	1045.94
Cajamarca	Jaén	Bellavista	San Lorenzo - Santa Rosa de Chingama	<i>Zanthoxylum rigidum</i>	eta de coche, teta de puerc	5° 32' 0.632" S	78° 50' 45.614" W	1045.94
Cajamarca	Jaén	Bellavista	San Lorenzo - Santa Rosa de Chingama	<i>Sapindus saponaria</i>	Choloque	5° 32' 0.632" S	78° 50' 45.614" W	1045.94
Cajamarca	Jaén	Bellavista	San Lorenzo - Santa Rosa de Chingama	<i>Apocynaceae (flores moradas)</i>	-	5° 32' 0.632" S	78° 50' 45.614" W	1045.94
Cajamarca	Jaén	Bellavista	San Lorenzo - Santa Rosa de Chingama	<i>Cyathostegia mathewsii</i>	Magllana	5° 32' 0.632" S	78° 50' 45.614" W	1045.94
Cajamarca	Jaén	Bellavista	San Lorenzo - Santa Rosa de Chingama	<i>Asteraceae (flores amarillas)</i>	-	5° 32' 0.254" S	78° 50' 45.107" W	1047.73
Cajamarca	Jaén	Bellavista	San Lorenzo - Santa Rosa de Chingama	<i>Acacia macracantha</i>	Faique	5° 32' 0.254" S	78° 50' 45.107" W	1047.73

Departamento	Provincia	Distrito	Trayecto evaluado	Nombre científico	Nombre común	Latitud	Longitud	Altitud
Cajamarca	Jaén	Bellavista	San Lorenzo - Santa Rosa de Chingama	<i>Lantana sp. (flores blancas)</i>	-	5° 32' 0.254" S	78° 50' 45.107" W	1047.73
Cajamarca	Jaén	Bellavista	San Lorenzo - Santa Rosa de Chingama	<i>Acalypha macrostachya</i>	Rabo de gato	5° 31' 59.671" S	78° 50' 59.766" W	1151.83
Cajamarca	Jaén	Bellavista	San Lorenzo - Santa Rosa de Chingama	<i>Solanum sp.</i>	-	5° 31' 59.671" S	78° 50' 59.766" W	1151.83
Cajamarca	Jaén	Bellavista	San Lorenzo - Santa Rosa de Chingama	<i>Cestrum sp.</i>	Hierba santa	5° 31' 59.671" S	78° 50' 59.766" W	1151.83
Cajamarca	Jaén	Bellavista	San Lorenzo - Santa Rosa de Chingama	<i>Colubrina glandulosa</i>	-	5° 32' 7.789" S	78° 51' 11.120" W	1173.04
Cajamarca	Jaén	Bellavista	San Lorenzo - Santa Rosa de Chingama	<i>Jatropha curcas</i>	Piñon	5° 32' 7.789" S	78° 51' 11.120" W	1173.04
Cajamarca	Jaén	Bellavista	San Lorenzo - Santa Rosa de Chingama	<i>Cordia alliodora</i>	-	5° 32' 7.789" S	78° 51' 11.120" W	1173.04
Cajamarca	Jaén	Bellavista	San Lorenzo - Santa Rosa de Chingama	<i>Euphorbia pulcherrima</i>	Flor de pascua	5° 32' 7.789" S	78° 51' 11.120" W	1173.04
Cajamarca	Jaén	Bellavista	San Lorenzo - Santa Rosa de Chingama	<i>Passiflora edulis</i>	Maracuyá	5° 32' 7.789" S	78° 51' 11.120" W	1173.04
Cajamarca	Jaén	Bellavista	San Lorenzo - Santa Rosa de Chingama	<i>Persea caerulea</i>	Aguacatillo	5° 32' 7.789" S	78° 51' 11.120" W	1173.04
Cajamarca	Jaén	Bellavista	San Lorenzo - Santa Rosa de Chingama	<i>Myrsine oligophylla</i>	Toche	5° 32' 7.789" S	78° 51' 11.120" W	1173.04
Cajamarca	Jaén	Bellavista	San Lorenzo - Santa Rosa de Chingama	<i>Piper aduncum</i>	Matico	5° 32' 7.789" S	78° 51' 11.120" W	1173.04
Cajamarca	Jaén	Bellavista	San Lorenzo - Santa Rosa de Chingama	<i>Piper aduncum</i>	Matico	5° 32' 3.959" S	78° 51' 50.663" W	1303.67
Cajamarca	Jaén	Bellavista	San Lorenzo - Santa Rosa de Chingama	<i>Myrsine oligophylla</i>	Toche	5° 32' 3.959" S	78° 51' 50.663" W	1303.67
Cajamarca	Jaén	Bellavista	San Lorenzo - Santa Rosa de Chingama	<i>Cyathostegia mathewsii</i>	Magllana	5° 32' 3.959" S	78° 51' 50.663" W	1303.67
Cajamarca	Jaén	Bellavista	San Lorenzo - Santa Rosa de Chingama	<i>Tecoma rosifolia</i>	-	5° 32' 3.959" S	78° 51' 50.663" W	1303.67
Cajamarca	Jaén	Bellavista	San Lorenzo - Santa Rosa de Chingama	<i>Myrsine oligophylla</i>	Toche	5° 32' 25.732" S	78° 52' 22.814" W	1473.47
Cajamarca	Jaén	Bellavista	San Lorenzo - Santa Rosa de Chingama	<i>Cecropia engleriana</i>	-	5° 32' 25.732" S	78° 52' 22.814" W	1473.47
Cajamarca	Jaén	Bellavista	San Lorenzo - Santa Rosa de Chingama	<i>Baccharis sp.</i>	-	5° 32' 25.732" S	78° 52' 22.814" W	1473.47
Cajamarca	Jaén	Bellavista	San Lorenzo - Santa Rosa de Chingama	<i>Piper angustifolium</i>	-	5° 32' 25.732" S	78° 52' 22.814" W	1473.47
Cajamarca	Jaén	Bellavista	San Lorenzo - Santa Rosa de Chingama	<i>Palicourea sp.</i>	-	5° 32' 25.732" S	78° 52' 22.814" W	1473.47
Cajamarca	Jaén	Bellavista	San Lorenzo - Santa Rosa de Chingama	<i>Toxicodendron sp.</i>	-	5° 32' 25.732" S	78° 52' 22.814" W	1473.47
Cajamarca	Jaén	Bellavista	San Lorenzo - Santa Rosa de Chingama	<i>Ficus sp.</i>	-	5° 32' 25.732" S	78° 52' 22.814" W	1473.47
Cajamarca	Jaén	Bellavista	San Lorenzo - Santa Rosa de Chingama	<i>Tibouchina sp.</i>	-	5° 32' 50.168" S	78° 52' 43.165" W	1491.43
Cajamarca	Jaén	Bellavista	San Lorenzo - Santa Rosa de Chingama	<i>Miconia sp.</i>	-	5° 32' 50.168" S	78° 52' 43.165" W	1491.43
Cajamarca	Jaén	Bellavista	San Lorenzo - Santa Rosa de Chingama	<i>Trema micrantha</i>	Atadijo, sinchama	5° 32' 50.168" S	78° 52' 43.165" W	1491.43
Cajamarca	Jaén	Bellavista	San Lorenzo - Santa Rosa de Chingama	<i>Tabebuia chrysantha</i>	Huayacán, Guayacán	5° 32' 50.168" S	78° 52' 43.165" W	1491.43
Cajamarca	Jaén	Bellavista	San Lorenzo - Santa Rosa de Chingama	<i>Pridium guajaba</i>	Guayabo	5° 32' 57.559" S	78° 53' 42.252" W	1631.85
Cajamarca	Jaén	Bellavista	San Lorenzo - Santa Rosa de Chingama	<i>Viburnum sp.</i>	-	5° 32' 57.559" S	78° 53' 42.252" W	1631.85
Cajamarca	Jaén	Bellavista	San Lorenzo - Santa Rosa de Chingama	<i>Vernonanthura patens</i>	Laritaca, panga shungo	5° 32' 57.559" S	78° 53' 42.252" W	1631.85
Cajamarca	Jaén	Bellavista	San Lorenzo - Santa Rosa de Chingama	<i>Persea caerulea</i>	Aguacatillo	5° 32' 57.559" S	78° 53' 42.252" W	1631.85
Cajamarca	Jaén	Bellavista	San Lorenzo - Santa Rosa de Chingama	<i>Rubus sylvestris</i>	-	5° 32' 57.559" S	78° 53' 42.252" W	1631.85
Cajamarca	Jaén	Bellavista	San Lorenzo - Santa Rosa de Chingama	<i>Baccharis sp.</i>	-	5° 32' 57.559" S	78° 53' 42.252" W	1631.85
Cajamarca	Jaén	Bellavista	San Lorenzo - Santa Rosa de Chingama	<i>Trema micrantha</i>	Atadijo, sinchama	5° 32' 57.559" S	78° 53' 42.252" W	1631.85
Cajamarca	Jaén	Bellavista	San Lorenzo - Santa Rosa de Chingama	<i>Ochroma pyramidale</i>	Balsa, Palo balsa	5° 33' 9.076" S	78° 53' 47.915" W	1725.12
Cajamarca	Jaén	Bellavista	San Lorenzo - Santa Rosa de Chingama	<i>Vismia sp.</i>	-	5° 33' 9.076" S	78° 53' 47.915" W	1725.12
Cajamarca	Jaén	Bellavista	San Lorenzo - Santa Rosa de Chingama	<i>Eriobotrya japonica</i>	-	5° 33' 9.076" S	78° 53' 47.915" W	1725.12
Cajamarca	Jaén	Bellavista	San Lorenzo - Santa Rosa de Chingama	<i>Rubus sylvestris</i>	-	5° 33' 9.076" S	78° 53' 47.915" W	1725.12
Cajamarca	Jaén	Bellavista	San Lorenzo - Santa Rosa de Chingama	<i>Colocacia esculenta</i>	-	5° 33' 9.076" S	78° 53' 47.915" W	1725.12

Departamento	Provincia	Distrito	Trayecto evaluado	Nombre científico	Nombre común	Latitud	Longitud	Altitud
Cajamarca	Jaén	Bellavista	San Lorenzo - Santa Rosa de Chingama	<i>Erythrina edulis</i>	-	5° 33' 9.076" S	78° 53' 47.915" W	1725.12
Cajamarca	Jaén	Bellavista	San Lorenzo - Santa Rosa de Chingama	<i>Vernonanthura patens</i>	Laritaca, panga shungo	5° 33' 9.076" S	78° 53' 47.915" W	1725.12
Cajamarca	Jaén	Bellavista	San Lorenzo - Santa Rosa de Chingama	<i>Rubus sylvestris</i>	-	5° 33' 0.720" S	78° 54' 6.797" W	1779.77
Cajamarca	Jaén	Bellavista	San Lorenzo - Santa Rosa de Chingama	<i>Weinmannia cutervensis</i>	-	5° 32' 21.379" S	78° 55' 14.318" W	1964.72
Cajamarca	Jaén	Bellavista	San Lorenzo - Santa Rosa de Chingama	<i>Cedrela odorata</i>	Cedro	5° 32' 21.379" S	78° 55' 14.318" W	1964.72
Cajamarca	Jaén	Bellavista	San Lorenzo - Santa Rosa de Chingama	<i>Cecropia macrotachya</i>	-	5° 32' 21.379" S	78° 55' 14.318" W	1964.72
Cajamarca	Jaén	Bellavista	San Lorenzo - Santa Rosa de Chingama	<i>Ericaceae sp.</i>	-	5° 32' 21.379" S	78° 55' 14.318" W	1964.72
Cajamarca	Jaén	Bellavista	San Lorenzo - Santa Rosa de Chingama	<i>Tibouchina sp.</i>	-	5° 32' 21.379" S	78° 55' 14.318" W	1964.72
Cajamarca	Jaén	Bellavista	San Lorenzo - Santa Rosa de Chingama	<i>Calyptanthus sp.</i>	-	5° 31' 51.441" S	78° 55' 26.926" W	1984.78
Cajamarca	Jaén	Bellavista	San Lorenzo - Santa Rosa de Chingama	<i>Arundo donax</i>	Caña común	5° 31' 51.441" S	78° 55' 26.926" W	1984.78
Cajamarca	Jaén	Bellavista	San Lorenzo - Santa Rosa de Chingama	<i>Weinmannia cutervensis</i>	-	5° 31' 51.441" S	78° 55' 26.926" W	1984.78
Cajamarca	Jaén	Bellavista	San Lorenzo - Santa Rosa de Chingama	<i>Trema micrantha</i>	Atadijo, sinchama	5° 30' 7.107" S	78° 55' 36.930" W	1648.10
Cajamarca	Jaén	Bellavista	San Lorenzo - Santa Rosa de Chingama	<i>Myrsine oligophylla</i>	Toche	5° 30' 7.107" S	78° 55' 36.930" W	1648.10
Cajamarca	Jaén	Bellavista	San Lorenzo - Santa Rosa de Chingama	<i>Piper aduncum</i>	Matico	5° 30' 7.107" S	78° 55' 36.930" W	1648.10
Cajamarca	Jaén	Bellavista	San Lorenzo - Santa Rosa de Chingama	<i>Agave americana</i>	Sábila	5° 30' 7.107" S	78° 55' 36.930" W	1648.10
Cajamarca	Jaén	Bellavista	San Lorenzo - Santa Rosa de Chingama	<i>Vernonanthura patens</i>	Laritaca, panga shungo	5° 30' 7.107" S	78° 55' 36.930" W	1648.10
Cajamarca	Jaén	Bellavista	San Lorenzo - Santa Rosa de Chingama	<i>Luehea paniculata</i>	-	5° 30' 15.808" S	78° 54' 20.750" W	1472.78
Cajamarca	Jaén	Bellavista	San Lorenzo - Santa Rosa de Chingama	<i>Persea caerulea</i>	Aguacatillo	5° 30' 15.808" S	78° 54' 20.750" W	1472.78
Cajamarca	Jaén	Bellavista	San Lorenzo - Santa Rosa de Chingama	<i>Cordia alliodora</i>	-	5° 30' 15.808" S	78° 54' 20.750" W	1472.78
Cajamarca	Jaén	Bellavista	San Lorenzo - Santa Rosa de Chingama	<i>Vernonanthura patens</i>	Laritaca, panga shungo	5° 30' 15.808" S	78° 54' 20.750" W	1472.78
Cajamarca	Jaén	Bellavista	San Lorenzo - Santa Rosa de Chingama	<i>Vismia sp.</i>	-	5° 30' 15.808" S	78° 54' 20.750" W	1472.78
Cajamarca	Jaén	Bellavista	San Lorenzo - Santa Rosa de Chingama	<i>Sapindus saponaria</i>	Choloque	5° 30' 15.808" S	78° 54' 20.750" W	1472.78
Cajamarca	Jaén	Bellavista	San Lorenzo - Santa Rosa de Chingama	<i>Ochroma pyramidale</i>	Balsa, Palo balsa	5° 30' 15.808" S	78° 54' 20.750" W	1472.78
Cajamarca	Jaén	Bellavista	San Lorenzo - Santa Rosa de Chingama	<i>Cestrum sp.</i>	Hierba santa	5° 31' 6.489" S	78° 53' 45.956" W	1091.32
Cajamarca	Jaén	Bellavista	San Lorenzo - Santa Rosa de Chingama	<i>Vernonanthura patens</i>	Laritaca, panga shungo	5° 31' 6.489" S	78° 53' 45.956" W	1091.32
Cajamarca	Jaén	Bellavista	San Lorenzo - Santa Rosa de Chingama	<i>Sapindus saponaria</i>	Choloque	5° 31' 6.489" S	78° 53' 45.956" W	1091.32
Cajamarca	Jaén	Bellavista	San Lorenzo - Santa Rosa de Chingama	<i>Guazuma crinita</i>	-	5° 31' 6.489" S	78° 53' 45.956" W	1091.32
Cajamarca	Jaén	Bellavista	San Lorenzo - Santa Rosa de Chingama	<i>Hura crepitans</i>	Catagua	5° 31' 6.489" S	78° 53' 45.956" W	1091.32
Cajamarca	Jaén	Bellavista	San Lorenzo - Santa Rosa de Chingama	<i>Cybistax antisiphilitica</i>	Yangua, yangua colorada	5° 31' 6.489" S	78° 53' 45.956" W	1091.32
Cajamarca	Jaén	Bellavista	San Lorenzo - Santa Rosa de Chingama	<i>Piper aduncum</i>	Matico	5° 31' 6.489" S	78° 53' 45.956" W	1091.32
Cajamarca	Jaén	Bellavista	San Lorenzo - Santa Rosa de Chingama	<i>Luehea paniculata</i>	-	5° 31' 6.489" S	78° 53' 45.956" W	1091.32
Cajamarca	Jaén	Bellavista	San Lorenzo - Santa Rosa de Chingama	<i>Trema micrantha</i>	Atadijo, sinchama	5° 31' 6.489" S	78° 53' 45.956" W	1091.32
Cajamarca	Jaén	Bellavista	San Lorenzo - Santa Rosa de Chingama	<i>Muntingia calabura</i>	Cerezo	5° 31' 6.489" S	78° 53' 45.956" W	1091.32
Cajamarca	Jaén	Bellavista	San Lorenzo - Santa Rosa de Chingama	<i>Ochroma pyramidale</i>	Balsa, Palo balsa	5° 31' 6.489" S	78° 53' 45.956" W	1091.32
Cajamarca	Jaén	Bellavista	San Lorenzo - Santa Rosa de Chingama	<i>Lantana sp.</i>	-	5° 31' 6.489" S	78° 53' 45.956" W	1091.32
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Ticungue - Ambato Tamborapa	<i>Sapindus saponaria</i>	Choloque	5° 26' 25.944" S	78° 49' 29.971" W	519.19
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Ticungue - Ambato Tamborapa	<i>Hura crepitans</i>	Catagua	5° 26' 25.944" S	78° 49' 29.971" W	519.19
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Ticungue - Ambato Tamborapa	<i>Erythrina glauca</i>	-	5° 26' 25.944" S	78° 49' 29.971" W	519.19
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Ticungue - Ambato Tamborapa	<i>Bidens pilosa</i>	Amor seco	5° 26' 25.944" S	78° 49' 29.971" W	519.19

Departamento	Provincia	Distrito	Trayecto evaluado	Nombre científico	Nombre común	Latitud	Longitud	Altitud
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Ticungue - Ambato Tamborapa	<i>Triplaris peruviana</i>	-	5° 26' 25.944" S	78° 49' 29.971" W	519.19
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Ticungue - Ambato Tamborapa	<i>Acacia macracantha</i>	Faique	5° 26' 25.944" S	78° 49' 29.971" W	519.19
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Ticungue - Ambato Tamborapa	<i>Ricinus communis</i>	Higuerilla, cartago	5° 26' 25.944" S	78° 49' 29.971" W	519.19
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Ticungue - Ambato Tamborapa	<i>Spondias purpurea</i>	Ciruelo	5° 26' 25.944" S	78° 49' 29.971" W	519.19
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Ticungue - Ambato Tamborapa	<i>Muntingia calabura</i>	Cerezo	5° 26' 25.944" S	78° 49' 29.971" W	519.19
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Ticungue - Ambato Tamborapa	<i>Leucaena leucocephala</i>	Guaje blanco, peladera	5° 26' 25.944" S	78° 49' 29.971" W	519.19
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Ticungue - Ambato Tamborapa	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guácimo	5° 26' 25.944" S	78° 49' 29.971" W	519.19
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Ticungue - Ambato Tamborapa	<i>Capparis scabrida</i>	Sapote, sapote de perro	5° 26' 25.944" S	78° 49' 29.971" W	519.19
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Ticungue - Ambato Tamborapa	<i>Capparis prisca</i>	-	5° 26' 25.944" S	78° 49' 29.971" W	519.19
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Ticungue - Ambato Tamborapa	<i>Vernonanthura patens</i>	Laritaca, panga shungo	5° 26' 25.944" S	78° 49' 29.971" W	519.19
Cajamarca	San Ignacio	Chirinos	Ticungue - Ambato Tamborapa	<i>Jacquinia mucronata</i>	Lishina	5° 25' 24.593" S	78° 47' 13.114" W	492.26
Cajamarca	San Ignacio	Chirinos	Ticungue - Ambato Tamborapa	<i>Gynerium sagittatum</i>	Caña brava	5° 25' 24.593" S	78° 47' 13.114" W	492.26
Cajamarca	San Ignacio	Chirinos	Ticungue - Ambato Tamborapa	<i>Solanum riparium</i>	Pico pico	5° 25' 24.593" S	78° 47' 13.114" W	492.26
Cajamarca	San Ignacio	Chirinos	Ticungue - Ambato Tamborapa	<i>Albizia multiflora</i>	María angola, angolo	5° 25' 24.593" S	78° 47' 13.114" W	492.26
Cajamarca	San Ignacio	Chirinos	Ticungue - Ambato Tamborapa	<i>Triplaris cumingiana</i>	-	5° 25' 24.593" S	78° 47' 13.114" W	492.26
Cajamarca	San Ignacio	Chirinos	Ticungue - Ambato Tamborapa	<i>Hura crepitans</i>	Catagua	5° 24' 19.433" S	78° 47' 3.167" W	479.99
Cajamarca	San Ignacio	Chirinos	Ticungue - Ambato Tamborapa	<i>Trema micrantha</i>	Atadijo, sinchama	5° 24' 19.433" S	78° 47' 3.167" W	479.99
Cajamarca	San Ignacio	Chirinos	Ticungue - Ambato Tamborapa	<i>Acacia macracantha</i>	Faique	5° 24' 19.433" S	78° 47' 3.167" W	479.99
Cajamarca	San Ignacio	Chirinos	Ticungue - Ambato Tamborapa	<i>Senegalia riparia</i>	Sierrilla, uña de gato	5° 24' 19.433" S	78° 47' 3.167" W	479.99
Cajamarca	San Ignacio	Chirinos	Ticungue - Ambato Tamborapa	<i>Solanum sagittantherum</i>	-	5° 24' 19.433" S	78° 47' 3.167" W	479.99
Cajamarca	San Ignacio	Chirinos	Ticungue - Ambato Tamborapa	<i>Lantana sp.</i>	-	5° 24' 19.433" S	78° 47' 3.167" W	479.99
Cajamarca	San Ignacio	Chirinos	Ticungue - Ambato Tamborapa	<i>Vernonanthura patens</i>	Laritaca, panga shungo	5° 24' 19.433" S	78° 47' 3.167" W	479.99
Cajamarca	San Ignacio	Chirinos	Ticungue - Ambato Tamborapa	<i>Ricinus communis</i>	Higuerilla, cartago	5° 26' 38.141" S	78° 50' 1.172" W	511.08
Cajamarca	San Ignacio	Chirinos	Ticungue - Ambato Tamborapa	<i>Salix chilensis</i>	-	5° 26' 38.141" S	78° 50' 1.172" W	511.08
Cajamarca	San Ignacio	Chirinos	Ticungue - Ambato Tamborapa	<i>Muntingia calabura</i>	Cerezo	5° 26' 38.141" S	78° 50' 1.172" W	511.08
Cajamarca	San Ignacio	Chirinos	Ticungue - Ambato Tamborapa	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guácimo	5° 26' 38.141" S	78° 50' 1.172" W	511.08
Cajamarca	San Ignacio	Chirinos	Ticungue - Ambato Tamborapa	<i>Acacia macracantha</i>	Faique	5° 26' 38.141" S	78° 50' 1.172" W	511.08
Cajamarca	San Ignacio	Chirinos	Ticungue - Ambato Tamborapa	<i>Sapindus saponaria</i>	Choloque	5° 26' 38.141" S	78° 50' 1.172" W	511.08
Cajamarca	San Ignacio	Chirinos	Ticungue - Ambato Tamborapa	<i>Croton thurifer</i>	Cuyishina	5° 26' 38.141" S	78° 50' 1.172" W	511.08
Cajamarca	San Ignacio	Chirinos	Ticungue - Ambato Tamborapa	<i>Cordia lutea</i>	Overall, Overo	5° 26' 38.141" S	78° 50' 1.172" W	511.08
Cajamarca	San Ignacio	Chirinos	Ticungue - Ambato Tamborapa	<i>Gynerium sagittatum</i>	Caña brava	5° 26' 38.141" S	78° 50' 1.172" W	511.08
Cajamarca	San Ignacio	Chirinos	Ticungue - Ambato Tamborapa	<i>Cordia iguaguana</i>	Iguaguana	5° 29' 56.216" S	78° 49' 31.397" W	703.20
Cajamarca	San Ignacio	Chirinos	Ticungue - Ambato Tamborapa	<i>Acacia macracantha</i>	Faique	5° 29' 56.216" S	78° 49' 31.397" W	703.20
Cajamarca	San Ignacio	Chirinos	Ticungue - Ambato Tamborapa	<i>Guazuma crinita</i>	-	5° 29' 56.216" S	78° 49' 31.397" W	703.20
Cajamarca	San Ignacio	Chirinos	Ticungue - Ambato Tamborapa	<i>Tamarindus indica</i>	Tamarindo	5° 29' 56.216" S	78° 49' 31.397" W	703.20
Cajamarca	San Ignacio	Chirinos	Ticungue - Ambato Tamborapa	<i>Sapindus saponaria</i>	Choloque	5° 29' 56.216" S	78° 49' 31.397" W	703.20
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Bosque de Yanahuanca - Uña de Gato	<i>Piper angustifolium</i>	-	5° 37' 41.927" S	78° 47' 9.251" W	804.35
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Bosque de Yanahuanca - Uña de Gato	<i>Cordia iguaguana</i>	Iguaguana	5° 37' 41.927" S	78° 47' 9.251" W	804.35
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Bosque de Yanahuanca - Uña de Gato	<i>Solanum sp.</i>	Lucha - Licha	5° 37' 41.927" S	78° 47' 9.251" W	804.35

Departamento	Provincia	Distrito	Trayecto evaluado	Nombre científico	Nombre común	Latitud	Longitud	Altitud
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Bosque de Yanahuanca - Uña de Gato	<i>Guazuma crinita</i>	Bolaina	5° 37' 41.927" S	78° 47' 9.251" W	804.35
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Bosque de Yanahuanca - Uña de Gato	<i>Cestrum sp.</i>	Hierba santa	5° 37' 41.927" S	78° 47' 9.251" W	804.35
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Bosque de Yanahuanca - Uña de Gato	<i>Swietenia macrophylla</i>	Caoba	5° 37' 41.927" S	78° 47' 9.251" W	804.35
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Bosque de Yanahuanca - Uña de Gato	<i>Calycophyllum spruceanum</i>	Capirona	5° 37' 41.927" S	78° 47' 9.251" W	804.35
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Bosque de Yanahuanca - Uña de Gato	<i>Sanchezia nobilis</i>	-	5° 37' 41.927" S	78° 47' 9.251" W	804.35
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Bosque de Yanahuanca - Uña de Gato	<i>Acalypha sp.</i>	Moco de pavo	5° 37' 41.927" S	78° 47' 9.251" W	804.35
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Bosque de Yanahuanca - Uña de Gato	<i>Heliconia rostrata</i>	Pico de loro	5° 37' 41.927" S	78° 47' 9.251" W	804.35
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Bosque de Yanahuanca - Uña de Gato	<i>Acalypha sp.</i>	Blonda de novia	5° 37' 41.927" S	78° 47' 9.251" W	804.35
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Bosque de Yanahuanca - Uña de Gato	<i>Nicotiana tabacum</i>	Tabaco	5° 37' 41.927" S	78° 47' 9.251" W	804.35
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Bosque de Yanahuanca - Uña de Gato	<i>Elaeis guineensis</i>	Palma aceitera	5° 37' 41.927" S	78° 47' 9.251" W	804.35
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Bosque de Yanahuanca - Uña de Gato	<i>Aspidosperma polyneuron</i>	Acerillo	5° 37' 41.927" S	78° 47' 9.251" W	804.35
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Bosque de Yanahuanca - Uña de Gato	<i>Cedrus deodara</i>	Cedro de la india	5° 37' 41.927" S	78° 47' 9.251" W	804.35
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Bosque de Yanahuanca - Uña de Gato	<i>Calycophyllum spruceanum</i>	Capirona	5° 37' 42.229" S	78° 47' 6.173" W	801.65
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Bosque de Yanahuanca - Uña de Gato	<i>Dipteryx alata</i>	Shihuahuaco	5° 37' 42.229" S	78° 47' 6.173" W	801.65
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Bosque de Yanahuanca - Uña de Gato	<i>Licaria triandra</i>	Latero	5° 37' 42.229" S	78° 47' 6.173" W	801.65
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Bosque de Yanahuanca - Uña de Gato	<i>Ceiba pentandra</i>	Lupuna	5° 37' 41.963" S	78° 47' 7.728" W	807.58
Amazonas y Cajamarca	Jaén y Bagua	Bagua-Santa Rosa	Pongo de Rentema	<i>Ricinus communis</i>	Higuerilla, cartago	5° 30' 15.880" S	78° 33' 27.047" W	377.47
Amazonas y Cajamarca	Jaén y Bagua	Bagua-Santa Rosa	Pongo de Rentema	<i>Bougainvillea peruviana</i>	Papelillo, buganvilla	5° 30' 15.880" S	78° 33' 27.047" W	377.47
Amazonas y Cajamarca	Jaén y Bagua	Bagua-Santa Rosa	Pongo de Rentema	<i>Acacia macracantha</i>	Faique	5° 30' 15.880" S	78° 33' 27.047" W	377.47
Amazonas y Cajamarca	Jaén y Bagua	Bagua-Santa Rosa	Pongo de Rentema	<i>Parkinsonia praecox</i>	Palo verde	5° 30' 15.880" S	78° 33' 27.047" W	377.47
Amazonas y Cajamarca	Jaén y Bagua	Bagua-Santa Rosa	Pongo de Rentema	<i>Capparis flexuosa</i>	Porotillo	5° 30' 15.880" S	78° 33' 27.047" W	377.47
Amazonas y Cajamarca	Jaén y Bagua	Bagua-Santa Rosa	Pongo de Rentema	<i>Acacia aroma</i>	-	5° 30' 15.880" S	78° 33' 27.047" W	377.47
Amazonas y Cajamarca	Jaén y Bagua	Bagua-Santa Rosa	Pongo de Rentema	<i>Croton thurifer</i>	Cuyishina	5° 30' 15.880" S	78° 33' 27.047" W	377.47
Amazonas y Cajamarca	Jaén y Bagua	Bagua-Santa Rosa	Pongo de Rentema	<i>Browningia altissima</i>	-	5° 30' 15.880" S	78° 33' 27.047" W	377.47
Amazonas y Cajamarca	Jaén y Bagua	Bagua-Santa Rosa	Pongo de Rentema	<i>Capparis scabrida</i>	Sapote, sapote de perro	5° 30' 15.880" S	78° 33' 27.047" W	377.47
Amazonas y Cajamarca	Jaén y Bagua	Bagua-Santa Rosa	Pongo de Rentema	<i>Maytenus octogona</i>	-	5° 30' 15.880" S	78° 33' 27.047" W	377.47
Amazonas y Cajamarca	Jaén y Bagua	Bagua-Santa Rosa	Pongo de Rentema	<i>Espostoa lanata</i>	Pishcol	5° 30' 15.880" S	78° 33' 27.047" W	377.47
Amazonas y Cajamarca	Jaén y Bagua	Bagua-Santa Rosa	Pongo de Rentema	<i>Jacquinia mucronata</i>	Lishina	5° 30' 15.880" S	78° 33' 27.047" W	377.47
Amazonas y Cajamarca	Jaén y Bagua	Bagua-Santa Rosa	Pongo de Rentema	<i>Pereskia horrida</i>	-	5° 30' 15.880" S	78° 33' 27.047" W	377.47
Amazonas y Cajamarca	Jaén y Bagua	Bagua-Santa Rosa	Pongo de Rentema	<i>Mimosa sp.</i>	-	5° 30' 15.880" S	78° 33' 27.047" W	377.47
Amazonas y Cajamarca	Jaén y Bagua	Bagua-Santa Rosa	Pongo de Rentema	<i>Bromelia sp.</i>	-	5° 30' 15.880" S	78° 33' 27.047" W	377.47
Amazonas y Cajamarca	Jaén y Bagua	Bagua-Santa Rosa	Pongo de Rentema	<i>Ipomoea carnea</i>	Borrachera	5° 30' 15.880" S	78° 33' 27.047" W	377.47
Amazonas y Cajamarca	Jaén y Bagua	Bagua-Santa Rosa	Pongo de Rentema	<i>Jaquenontia floribunda</i>	-	5° 30' 15.880" S	78° 33' 27.047" W	377.47
Amazonas y Cajamarca	Jaén y Bagua	Bagua-Santa Rosa	Pongo de Rentema	<i>Armatocereus rauhii</i>	-	5° 30' 15.880" S	78° 33' 27.047" W	377.47
Amazonas y Cajamarca	Jaén y Bagua	Bagua-Santa Rosa	Pongo de Rentema	<i>Melocactus bellavistensis</i>	Anto de suegra, cactus glob	5° 30' 15.880" S	78° 33' 27.047" W	377.47
Amazonas y Cajamarca	Jaén y Bagua	Bagua-Santa Rosa	Pongo de Rentema	<i>Espostoa mirabilis</i>	-	5° 30' 15.880" S	78° 33' 27.047" W	377.47
Amazonas y Cajamarca	Jaén y Bagua	Bagua-Santa Rosa	Pongo de Rentema	<i>Peperonia sp.</i>	-	5° 30' 15.880" S	78° 33' 27.047" W	377.47
Amazonas y Cajamarca	Jaén y Bagua	Bagua-Santa Rosa	Pongo de Rentema	<i>Muntingia calabura</i>	Cerezo	5° 30' 44.518" S	78° 33' 3.456" W	390.50
Amazonas y Cajamarca	Jaén y Bagua	Bagua-Santa Rosa	Pongo de Rentema	<i>Parkinsonia praecox</i>	Palo verde	5° 30' 44.518" S	78° 33' 3.456" W	390.50

Departamento	Provincia	Distrito	Trayecto evaluado	Nombre científico	Nombre común	Latitud	Longitud	Altitud
Amazonas y Cajamarca	Jaén y Bagua	Bagua-Santa Rosa	Pongo de Rentema	<i>Capparis scabrida</i>	Sapote, sapote de perro	5° 30' 44.518" S	78° 33' 3.456" W	390.50
Amazonas y Cajamarca	Jaén y Bagua	Bagua-Santa Rosa	Pongo de Rentema	<i>Jacquinia mucronata</i>	Lishina	5° 30' 44.518" S	78° 33' 3.456" W	390.50
Amazonas y Cajamarca	Jaén y Bagua	Bagua-Santa Rosa	Pongo de Rentema	<i>Croton thurifer</i>	Cuyishina	5° 30' 44.518" S	78° 33' 3.456" W	390.50
Amazonas	Bagua	Bagua	Bagua	<i>Trema micrantha</i>	Atadijo, sinchama	5° 32' 13.337" S	78° 32' 56.382" W	381.44
Amazonas	Bagua	Bagua	Bagua	<i>Muntingia calabura</i>	Cerezo	5° 32' 13.337" S	78° 32' 56.382" W	381.44
Amazonas	Bagua	Bagua	Bagua	<i>Leucaena leucocephala</i>	Guaje blanco, peladera	5° 33' 13.745" S	78° 32' 56.324" W	378.13
Amazonas	Bagua	Bagua	Bagua	<i>Gynerium sagittatum</i>	Caña brava	5° 36' 20.757" S	78° 32' 29.033" W	396.60
Amazonas	Bagua	Bagua	Bagua	<i>Leucaena leucocephala</i>	Guaje blanco, peladera	5° 36' 20.757" S	78° 32' 29.033" W	396.60
Amazonas	Bagua	Bagua	Bagua	<i>Cordia lutea</i>	Overall, Overo	5° 37' 47.748" S	78° 33' 27.245" W	403.57
Amazonas	Uctubamba	El Milagro	El Valor	<i>Prosopis sp.</i>	Algarobo	5° 38' 38.313" S	78° 34' 49.728" W	489.27
Amazonas	Uctubamba	El Milagro	El Valor	<i>Capparis scabrida</i>	Sapote, sapote de perro	5° 38' 38.313" S	78° 34' 49.728" W	489.27
Amazonas	Uctubamba	El Milagro	El Valor	<i>Parkinsonia praecox</i>	Palo verde	5° 38' 38.313" S	78° 34' 49.728" W	489.27
Amazonas	Uctubamba	El Milagro	El Valor	<i>Croton thurifer</i>	Cuyishina	5° 38' 37.485" S	78° 35' 21.480" W	461.36
Amazonas	Uctubamba	El Milagro	El Valor	<i>Armatocereus rauhii</i>	-	5° 38' 37.485" S	78° 35' 21.480" W	461.36
Amazonas	Uctubamba	El Milagro	El Valor	<i>Parkinsonia praecox</i>	Palo verde	5° 38' 37.485" S	78° 35' 21.480" W	461.36
Amazonas	Uctubamba	El Milagro	El Valor	<i>Espostoa mirabilis</i>	-	5° 38' 37.485" S	78° 35' 21.480" W	461.36
Amazonas	Uctubamba	El Milagro	El Valor	<i>Acacia aroma</i>	-	5° 38' 37.485" S	78° 35' 21.480" W	461.36
Amazonas	Uctubamba	El Milagro	El Valor	<i>Capparis flexuosa</i>	Porotillo	5° 38' 37.485" S	78° 35' 21.480" W	461.36
Amazonas	Uctubamba	El Milagro	El Valor	<i>Gramineas sp.</i>	Pastos naturales	5° 38' 37.485" S	78° 35' 21.480" W	461.36
Amazonas	Uctubamba	El Milagro	El Valor	<i>Gramineas sp.</i>	Pastos naturales	5° 39' 16.423" S	78° 36' 21.776" W	451.20
Amazonas	Uctubamba	El Milagro	El Valor	<i>Opuntia quitensis</i>	Marán	5° 39' 16.423" S	78° 36' 21.776" W	451.20
Amazonas	Uctubamba	El Milagro	El Valor	<i>Parkinsonia praecox</i>	Palo verde	5° 39' 16.423" S	78° 36' 21.776" W	451.20
Amazonas	Uctubamba	El Milagro	El Valor	<i>Browningia altissima</i>	-	5° 39' 16.423" S	78° 36' 21.776" W	451.20
Amazonas	Uctubamba	El Milagro	El Valor	<i>Croton thurifer</i>	Cuyishina	5° 39' 16.423" S	78° 36' 21.776" W	451.20
Amazonas	Uctubamba	El Milagro	El Valor	<i>Croton thurifer</i>	Cuyishina	5° 39' 26.424" S	78° 36' 33.008" W	460.06
Amazonas	Uctubamba	El Milagro	El Valor	<i>Capparis flexuosa</i>	Porotillo	5° 39' 26.424" S	78° 36' 33.008" W	460.06
Amazonas	Uctubamba	El Milagro	El Valor	<i>Parkinsonia praecox</i>	Palo verde	5° 39' 26.424" S	78° 36' 33.008" W	460.06
Amazonas	Uctubamba	El Milagro	El Valor	<i>Gramineas sp.</i>	Pastos naturales	5° 39' 26.424" S	78° 36' 33.008" W	460.06
Amazonas	Uctubamba	El Milagro	El Valor	<i>Acacia macracantha</i>	Faique	5° 40' 36.750" S	78° 37' 48.259" W	441.63
Amazonas	Uctubamba	El Milagro	Siempre viva - Juan Velasco	<i>Leucaena leucocephala</i>	Guaje blanco, peladera	5° 43' 2.086" S	78° 37' 5.383" W	523.41
Amazonas	Uctubamba	El Milagro	Siempre viva - Juan Velasco	<i>Muntingia calabura</i>	Cerezo	5° 43' 2.086" S	78° 37' 5.383" W	523.41
Amazonas	Uctubamba	El Milagro	Siempre viva - Juan Velasco	<i>Parkinsonia praecox</i>	Palo verde	5° 43' 2.086" S	78° 37' 5.383" W	523.41
Amazonas	Uctubamba	El Milagro	Siempre viva - Juan Velasco	<i>Opuntia ficus - indica</i>	Tuna	5° 43' 2.086" S	78° 37' 5.383" W	523.41
Amazonas	Uctubamba	El Milagro	Siempre viva - Juan Velasco	<i>Browningia altissima</i>	-	5° 43' 2.086" S	78° 37' 5.383" W	523.41
Amazonas	Uctubamba	El Milagro	Siempre viva - Juan Velasco	<i>Parkinsonia praecox</i>	Palo verde	5° 44' 24.047" S	78° 39' 23.465" W	439.36
Amazonas	Uctubamba	El Milagro	Siempre viva - Juan Velasco	<i>Capparis scabrida</i>	Sapote, sapote de perro	5° 44' 24.047" S	78° 39' 23.465" W	439.36
Amazonas	Uctubamba	El Milagro	Siempre viva - Juan Velasco	<i>Capparis flexuosa</i>	Porotillo	5° 44' 24.047" S	78° 39' 23.465" W	439.36
Amazonas	Uctubamba	El Milagro	Siempre viva - Juan Velasco	<i>Opuntia quitensis</i>	Marán	5° 44' 24.047" S	78° 39' 23.465" W	439.36
Amazonas	Uctubamba	El Milagro	Siempre viva - Juan Velasco	<i>Acacia macracantha</i>	Faique	5° 44' 24.047" S	78° 39' 23.465" W	439.36

Departamento	Provincia	Distrito	Trayecto evaluado	Nombre científico	Nombre común	Latitud	Longitud	Altitud
Amazonas	Uctubamba	El Milagro	Siempre viva - Juan Velasco	<i>Croton thurifer</i>	Cuyishina	5° 44' 24.047" S	78° 39' 23.465" W	439.36
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Inguro - Huallape	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guácimo	5° 27' 6.891" S	78° 41' 49.211" W	405.66
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Inguro - Huallape	<i>Leucaena leucocephala</i>	Guaje blanco, peladera	5° 27' 6.891" S	78° 41' 49.211" W	405.66
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Inguro - Huallape	<i>Solanum riparium</i>	Pico pico	5° 27' 6.891" S	78° 41' 49.211" W	405.66
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Inguro - Huallape	<i>Ceiba trichistandra</i>	-	5° 27' 6.891" S	78° 41' 49.211" W	405.66
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Inguro - Huallape	<i>Terminalia amazonia</i>	-	5° 27' 6.891" S	78° 41' 49.211" W	405.66
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Inguro - Huallape	<i>Maclura tinctoria</i>	Moreno	5° 27' 6.891" S	78° 41' 49.211" W	405.66
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Inguro - Huallape	<i>Prosopis juliflora</i>	Algarrobo	5° 27' 6.891" S	78° 41' 49.211" W	405.66
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Inguro - Huallape	<i>Acacia macracantha</i>	Faique	5° 27' 6.891" S	78° 41' 49.211" W	405.66
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Inguro - Huallape	<i>Ipomoea carnea</i>	Borrachera	5° 27' 6.891" S	78° 41' 49.211" W	405.66
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Inguro - Huallape	<i>Albizia multiflora</i>	María angola, angolo	5° 27' 6.891" S	78° 41' 49.211" W	405.66
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Inguro - Huallape	<i>Sapindus saponaria</i>	Choloque	5° 27' 6.891" S	78° 41' 49.211" W	405.66
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Inguro - Huallape	<i>Capparis flexuosa</i>	Porotillo	5° 27' 6.891" S	78° 41' 49.211" W	405.66
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Inguro - Huallape	<i>Opuntia quitensis</i>	Marán	5° 27' 6.891" S	78° 41' 49.211" W	405.66
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Inguro - Huallape	<i>Tetrasida chachapoyensis</i>	Algodoncillo	5° 27' 6.891" S	78° 41' 49.211" W	405.66
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Inguro - Huallape	<i>Muntingia calabura</i>	Cerezo	5° 27' 6.891" S	78° 41' 49.211" W	405.66
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Inguro - Huallape	<i>Gynerium sagittatum</i>	Caña brava	5° 27' 6.891" S	78° 41' 49.211" W	405.66
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Inguro - Huallape	<i>Vernonanthura patens</i>	Laritaca, panga shungo	5° 27' 6.891" S	78° 41' 49.211" W	405.66
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Inguro - Huallape	<i>Zanthoxylum rigidum</i>	teta de coche, teta de puerc	5° 27' 6.891" S	78° 41' 49.211" W	405.66
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Inguro - Huallape	<i>Clitoria sp.</i>	-	5° 27' 6.891" S	78° 41' 49.211" W	405.66
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Inguro - Huallape	<i>Guattheria elata</i>	-	5° 27' 6.891" S	78° 41' 49.211" W	405.66
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Inguro - Huallape	<i>Malpighia glabra</i>	Ciruelo agrio	5° 27' 6.891" S	78° 41' 49.211" W	405.66
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Inguro - Huallape	<i>Cyathostegia mathewsii</i>	Magllana	5° 27' 22.680" S	78° 42' 6.376" W	408.33
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Inguro - Huallape	<i>Jacquinia mucronata</i>	Lishina	5° 27' 22.680" S	78° 42' 6.376" W	408.33
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Inguro - Huallape	<i>Croton thurifer</i>	Cuyishina	5° 27' 22.680" S	78° 42' 6.376" W	408.33
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Inguro - Huallape	<i>Acacia macracantha</i>	Faique	5° 27' 22.680" S	78° 42' 6.376" W	408.33
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Inguro - Huallape	<i>Tetrasida chachapoyensis</i>	Algodoncillo	5° 27' 22.680" S	78° 42' 6.376" W	408.33
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Inguro - Huallape	<i>Senna galegifolia</i>	-	5° 27' 22.680" S	78° 42' 6.376" W	408.33
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Inguro - Huallape	<i>Sideroxylon obtusifolium</i>	-	5° 27' 26.536" S	78° 42' 27.025" W	437.75
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Inguro - Huallape	<i>Jacquinia mucronata</i>	Lishina	5° 27' 26.536" S	78° 42' 27.025" W	437.75
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Inguro - Huallape	<i>Croton thurifer</i>	Cuyishina	5° 27' 26.536" S	78° 42' 27.025" W	437.75
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Inguro - Huallape	<i>Acacia macracantha</i>	Faique	5° 27' 26.536" S	78° 42' 27.025" W	437.75
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Inguro - Huallape	<i>Esposita mirabilis</i>	-	5° 27' 26.536" S	78° 42' 27.025" W	437.75
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Inguro - Huallape	<i>Pithecellobium excelsum</i>	Chaqui, Chiquerón	5° 27' 26.536" S	78° 42' 27.025" W	437.75
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Inguro - Huallape	<i>Croton thurifer</i>	Cuyishina	5° 27' 52.384" S	78° 42' 50.850" W	446.76
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Inguro - Huallape	<i>Cyathostegia mathewsii</i>	Magllana	5° 27' 52.384" S	78° 42' 50.850" W	446.76
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Inguro - Huallape	<i>Hura crepitans</i>	Catagua	5° 27' 52.384" S	78° 42' 50.850" W	446.76
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Inguro - Huallape	<i>Prosopis juliflora</i>	Algarrobo	5° 27' 52.384" S	78° 42' 50.850" W	446.76
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Inguro - Huallape	<i>Pithecellobium excelsum</i>	Chaqui, Chiquerón	5° 27' 52.384" S	78° 42' 50.850" W	446.76

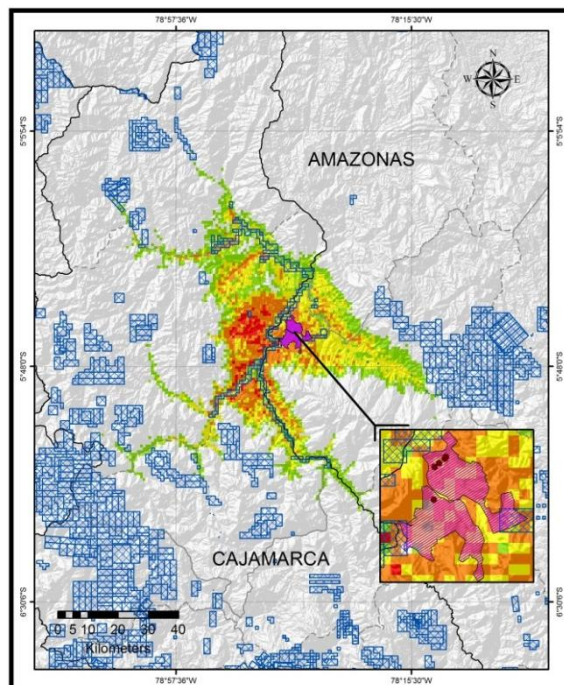
Departamento	Provincia	Distrito	Trayecto evaluado	Nombre científico	Nombre común	Latitud	Longitud	Altitud
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Inguro - Huallape	<i>Capparis flexuosa</i>	Porotillo	5° 27' 52.384" S	78° 42' 50.850" W	446.76
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Inguro - Huallape	<i>Ceiba insignis</i>	alo borracho, palo barrigó	5° 27' 52.384" S	78° 42' 50.850" W	446.76
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Inguro - Huallape	<i>Acacia macracantha</i>	Faique	5° 28' 21.813" S	78° 43' 40.188" W	457.47
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Inguro - Huallape	<i>Solanum riparium</i>	Pico pico	5° 28' 33.283" S	78° 44' 22.956" W	502.65
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Inguro - Huallape	<i>Prosopis juliflora</i>	Algarrobo	5° 28' 33.283" S	78° 44' 22.956" W	502.65
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Inguro - Huallape	<i>Maclura tinctoria</i>	Morero	5° 28' 33.283" S	78° 44' 22.956" W	502.65
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Inguro - Huallape	<i>Acacia macracantha</i>	Faique	5° 28' 33.283" S	78° 44' 22.956" W	502.65
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Inguro - Huallape	<i>Cyathostegia mathewsii</i>	Magllana	5° 28' 33.283" S	78° 44' 22.956" W	502.65
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Inguro - Huallape	<i>Pithecellobium excelsum</i>	Chaquiro, Chiquerón	5° 28' 33.283" S	78° 44' 22.956" W	502.65
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Inguro - Huallape	<i>Senna galegifolia</i>	-	5° 28' 33.283" S	78° 44' 22.956" W	502.65
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Inguro - Huallape	<i>Senna galegifolia</i>	-	5° 28' 51.488" S	78° 44' 37.075" W	509.67
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Inguro - Huallape	<i>Acacia macracantha</i>	Faique	5° 28' 51.488" S	78° 44' 37.075" W	509.67
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Inguro - Huallape	<i>Rauhocereus riosaniensis</i>	-	5° 28' 51.488" S	78° 44' 37.075" W	509.67
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Inguro - Huallape	<i>Ceiba insignis</i>	alo borracho, palo barrigó	5° 28' 51.488" S	78° 44' 37.075" W	509.67
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Inguro - Huallape	<i>Vernonanthura patens</i>	Laritaca, panga shungo	5° 29' 31.420" S	78° 45' 5.936" W	518.06
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Inguro - Huallape	<i>Prosopis juliflora</i>	Algarrobo	5° 29' 31.420" S	78° 45' 5.936" W	518.06
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Inguro - Huallape	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guácimo	5° 29' 31.420" S	78° 45' 5.936" W	518.06
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Inguro - Huallape	<i>Browningia altissima</i>	-	5° 29' 31.420" S	78° 45' 5.936" W	518.06
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Inguro - Huallape	<i>Ceiba insignis</i>	alo borracho, palo barrigó	5° 29' 31.420" S	78° 45' 5.936" W	518.06
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Inguro - Huallape	<i>Albizia multiflora</i>	María angola, angolo	5° 29' 31.420" S	78° 45' 5.936" W	518.06
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Inguro - Huallape	<i>Albizia niopoides</i>	María pelada	5° 29' 31.420" S	78° 45' 5.936" W	518.06
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Inguro - Huallape	<i>Spondias purpurea</i>	Ciruelo	5° 29' 31.420" S	78° 45' 5.936" W	518.06
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Inguro - Huallape	<i>Trema micrantha</i>	Atadijo, sinchama	5° 30' 34.398" S	78° 46' 28.542" W	547.02
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Inguro - Huallape	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guácimo	5° 30' 34.398" S	78° 46' 28.542" W	547.02
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Inguro - Huallape	<i>Acacia macracantha</i>	Faique	5° 30' 34.398" S	78° 46' 28.542" W	547.02
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Inguro - Huallape	<i>Vernonanthura patens</i>	Laritaca, panga shungo	5° 30' 34.398" S	78° 46' 28.542" W	547.02
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Inguro - Huallape	<i>Piper aduncum</i>	Matico	5° 30' 34.398" S	78° 46' 28.542" W	547.02
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Inguro - Huallape	<i>Sapindus saponaria</i>	Choloque	5° 30' 34.398" S	78° 46' 28.542" W	547.02
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Inguro - Huallape	<i>Prosopis juliflora</i>	Algarrobo	5° 30' 34.398" S	78° 46' 28.542" W	547.02
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Inguro - Huallape	<i>Croton thurifer</i>	Cuyishina	5° 30' 34.398" S	78° 46' 28.542" W	547.02
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Inguro - Huallape	<i>Lythraceae sp.</i>	-	5° 30' 34.398" S	78° 46' 28.542" W	547.02
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Inguro - Huallape	<i>Bougainvillea peruviana</i>	Papelillo, buganvilla	5° 31' 21.742" S	78° 46' 53.443" W	599.56
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Inguro - Huallape	<i>Acacia macracantha</i>	Faique	5° 31' 21.742" S	78° 46' 53.443" W	599.56
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Inguro - Huallape	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guácimo	5° 31' 21.742" S	78° 46' 53.443" W	599.56
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Inguro - Huallape	<i>Muntingia calabura</i>	Cerezo	5° 31' 21.742" S	78° 46' 53.443" W	599.56
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Inguro - Huallape	<i>Senegalia riparia</i>	Sierrilla, uña de gato	5° 31' 21.742" S	78° 46' 53.443" W	599.56
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Inguro - Huallape	<i>Capparis flexuosa</i>	Porotillo	5° 31' 21.742" S	78° 46' 53.443" W	599.56
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Inguro - Huallape	<i>Sapindus saponaria</i>	Choloque	5° 31' 21.742" S	78° 46' 53.443" W	599.56
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Inguro - Huallape	<i>Tectona grandis</i>	Teca	5° 32' 3.419" S	78° 47' 35.751" W	623.31

Departamento	Provincia	Distrito	Trayecto evaluado	Nombre científico	Nombre común	Latitud	Longitud	Altitud
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Inguro - Huallape	<i>Cedrus deodara</i>	Cedro de la india	5° 32' 3.419" S	78° 47' 35.751" W	623.31
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Inguro - Huallape	<i>Eucalyptus saligna</i>	Eucalipto	5° 32' 5.265" S	78° 47' 38.738" W	626.94
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Inguro - Huallape	<i>Azadirachta indica</i>	Lila india	5° 32' 5.265" S	78° 47' 38.738" W	626.94
Cajamarca	Jaén	Bellavista	Inguro - Huallape	<i>Acrocarpus fraxinifolius</i>	Cedro rosado o lazcar	5° 32' 5.265" S	78° 47' 38.738" W	626.94
Cajamarca	Jaén	Bellavista	San Agustín	<i>Cordia iguaguana</i>	Iguaguana	5° 38' 3.563" S	78° 45' 4.882" W	652.66
Cajamarca	Jaén	Bellavista	San Agustín	<i>Acacia macracantha</i>	Faique	5° 38' 3.563" S	78° 45' 4.882" W	652.66
Cajamarca	Jaén	Bellavista	San Agustín	<i>Croton thurifer</i>	Cuyishina	5° 38' 3.563" S	78° 45' 4.882" W	652.66
Cajamarca	Jaén	Bellavista	San Agustín	<i>Capparis flexuosa</i>	Porotillo	5° 38' 3.563" S	78° 45' 4.882" W	652.66
Cajamarca	Jaén	Bellavista	San Agustín	<i>Parkinsonia praecox</i>	Palo verde	5° 38' 3.563" S	78° 45' 4.882" W	652.66
Cajamarca	Jaén	Bellavista	San Agustín	<i>Muntingia calabura</i>	Cerezo	5° 38' 3.563" S	78° 45' 4.882" W	652.66
Cajamarca	Jaén	Bellavista	San Agustín	<i>Esenbeckia cornuta</i>	Bofiyo	5° 38' 3.563" S	78° 45' 4.882" W	652.66
Cajamarca	Jaén	Bellavista	San Agustín	<i>Espostoa mirabilis</i>	-	5° 38' 3.563" S	78° 45' 4.882" W	652.66
Cajamarca	Jaén	Bellavista	San Agustín	<i>Solanum riparium</i>	Pico pico	5° 38' 3.563" S	78° 45' 4.882" W	652.66
Cajamarca	Jaén	Bellavista	San Agustín	<i>Browningia altissima</i>	-	5° 38' 3.563" S	78° 45' 4.882" W	652.66
Cajamarca	Jaén	Bellavista	San Agustín	<i>Cyathostegia mathewsii</i>	Magllana	5° 38' 3.563" S	78° 45' 4.882" W	652.66

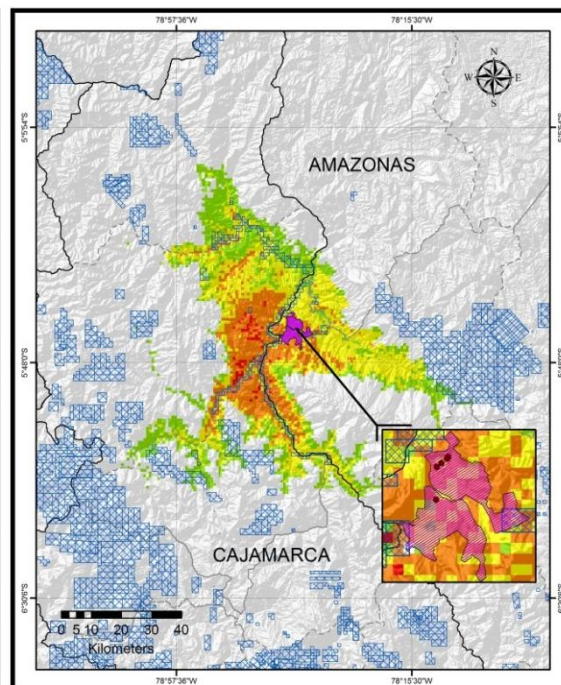


MAPA N° 5.22. Área de distribución potencial presente y amenazas

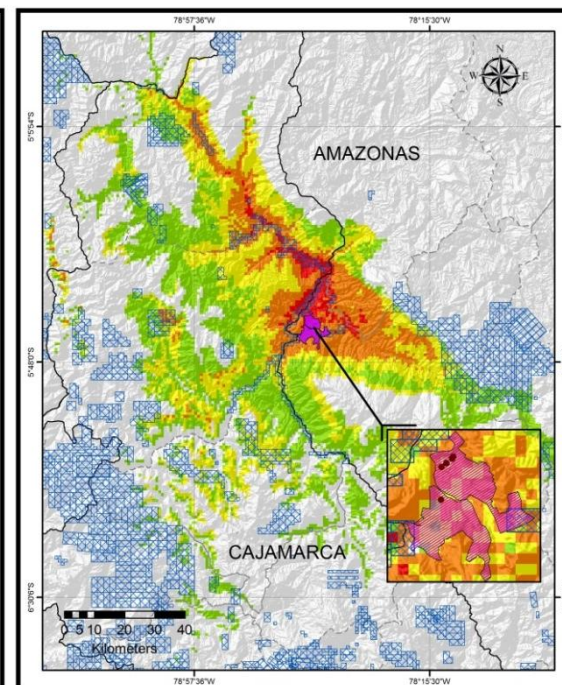
Área de distribución potencial presente y amenazas
de la especie *Bachia intermedia*



Área de distribución potencial presente y amenazas
de la especie *phyllodactylus interandinus*



Área de distribución potencial presente y amenazas
de la especie *Stenocercus huancabambae*



**Especialidad de Geografía y
Medio ambiente**

Elaborado por: Thalía Quispe Cajahuanca

Fecha: 30 - 03 - 2015



Sistema de coordenadas WGS 1984

Fuentes de datos:

INEI, 2011
INGEMMET, 2015
Resultados propios

Simbología

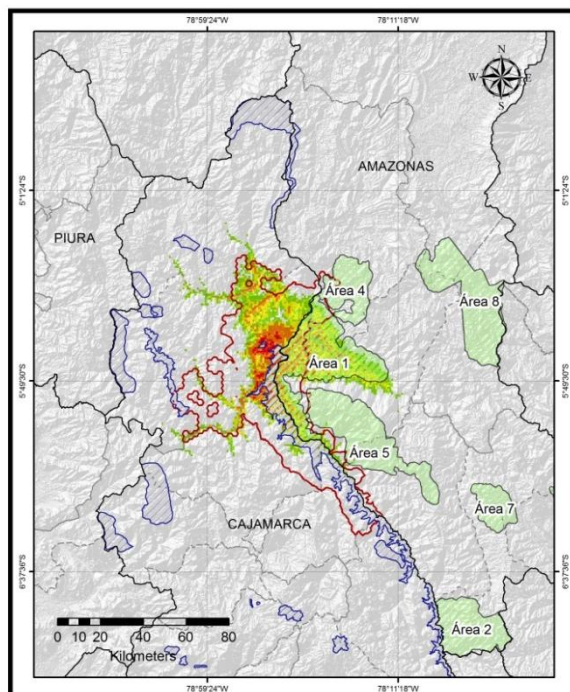
- Límite departamental
- - - Límite provincial
- Área de distribución
- 0.8 - 1.0
- 0.6 - 0.8
- 0.4 - 0.6
- 0.2 - 0.4
- No Data
- Áreas de bosque tituladas
- Catastro minero al 2015
- Áreas quemadas

La agricultura intensiva de arroz, las pasturas para ganado, y extracción para leña son las amenazas más fuertes contra el bosque seco. La tendencia al reemplazo de la vegetación natural por la instalación de cultivos agrícolas es una constante, inicialmente se deforestaron áreas de especies ribereñas para disponer de espacios cercanos al agua. En la actualidad, la tendencia señalada afecta principalmente a especies de cactáceas y a la especie dominante *Crotón thurifer*. Las áreas aún no deforestadas se deben a la falta de agua para la agricultura; sin embargo, debido a la escasez de agua, se ha implementado el bombeo de agua del río Marañón y del río Utcubamba, desviando volúmenes de agua que permiten sostener los cultivos, por lo cual, continuará la expansión de la frontera agrícola sobre el bosque natural. La titulación del área de bosque en el Milagro y las concesiones mineras son una amenaza potencial. Al comparar la superficie del área de estudio con el catastro minero de INGEMMET al 2015 como se puede observar en el mapa N° 5.22 las concesiones se focalizan en el cauce del río Marañón y Chamaya seccionando el hábitat de las especies de estudio. El proceso de titulación en El Milagro ha generado barreras humanas que seccionan la vegetación de monte espinoso, incrementado, a su vez, la perturbación a modo de quema.

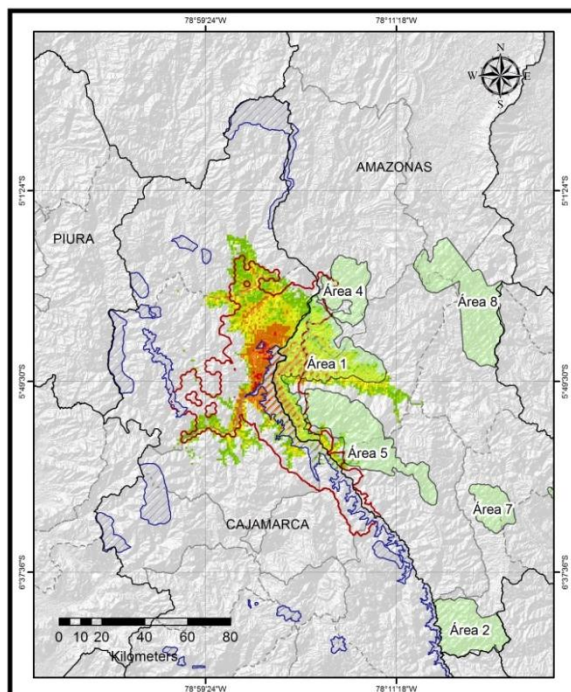
Se ha recurrido a los resultados de la modelización para orientar acciones dedicadas a detener la extinción (Cortes, 2002). Se ha identificado oportunidades de conservación expresadas en zonas prioritarias que se superponen al área de distribución potencial estimada para las especies de estudio, además se ha identificado una propuesta de conservación regional denominada Corredor biológico Marañón que podría coectar el hábitat relicto con otros remanentes de bosques de valle interandino. Sin embargo, consideramos que debería ampliarse la propuesta en función de las áreas prioritarias identificadas por el SICRE. De este modo una conexión entre las áreas 1, 4, 5 y el corredor biológico Marañón podrían generar mayor eficiencia considerando que los remanentes más grandes del ecosistema de los Bosques secos del Marañón, hábitat de las especies evaluadas, se encuentra en las inmediaciones del área de estudio.

MAPA N° 5.23. Área de distribución potencial presente y oportunidades de conservación

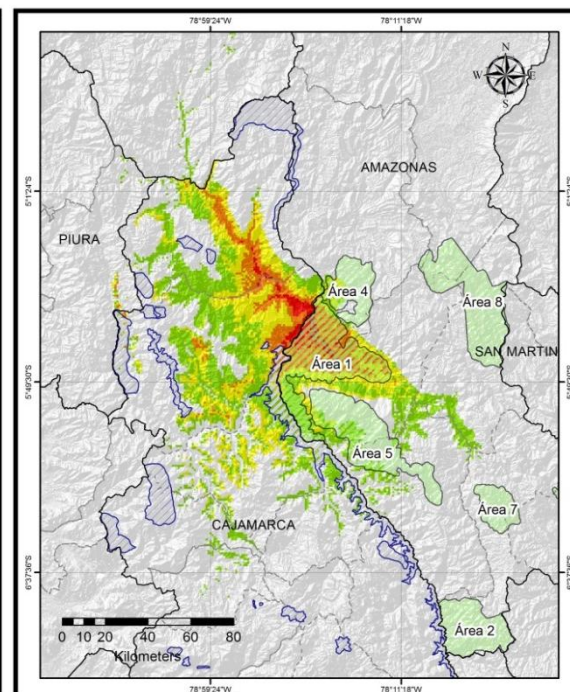
Área de distribución potencial presente de la especie
Bachia intermedia



Área de distribución potencial presente de la especie
Phyllodactylus interandinus



Área de distribución potencial presente de la especie
Stenocercus huancabambae



**Especialidad de Geografía y
Medio ambiente**

Elaborado por: Thalía Quispe Cajahuanca

Fecha: 30 - 03 - 2015



Sistema de coordenadas WGS 1984

Fuentes de datos:

INEI, 2011
SERNANP, 2015
SICRE, 2015
ZEE Cajamarca, 2011
RESULTADOS PROPIOS

Simbología

- Limite departamental
 - Limite provincial
 - Área de distribución
 - Corredor Biológico Marañón
 - Zona prioritaria Bosques secos del Marañón
 - Zonas de prioridad SICRE
- 0.8 - 1.0
 0.6 - 0.8
 0.4 - 0.6
 0.2 - 0.4
 No Data

CAPÍTULO 6

EL CAMBIO CLIMÁTICO Y LAS ESPECIES ENDÉMICAS: *Phyllodactylus interandinus*, *Bachia intermedia*, *Stenocercus huancabambae*

6.1 ANÁLISIS

El análisis e interpretación de los resultados del MDE nos permite afirmar que nuestras especies de trabajo poseen distribuciones restringidas pero no llegan a ser microendémicas como se evidenció en los registros de presencias, pudiendo obtener entre 11 - 12 localidades distintas para cada especie. Los mapas de distribución presente señalan 7 localidades nuevas de probabilidad de presencia de 0.4 - 1.0 para las tres especies. Sin embargo, la distribución se sigue concentrando en el bosque seco fronterizo entre Amazonas y Cajamarca, especialmente en las localidades de El Milagro y Bellavista tanto a nivel de distribución actual como futura. También se explica el área de distribución restringida debido a la discontinuidad del ecosistema de bosque seco como se constató en los resultados de usos de suelo, por la presencia del bosque de ladera y bosque húmedo contiguos que lo aíslan.

Del mismo modo, se evidencia una coexistencia de las tres especies entre sí, siendo las principales áreas de convergencia los distritos de Bellavista y El Milagro. Entre otras áreas comunes se destacan las localidades de La Peca, El Parco, Copallín, el norte de Bagua Grande, el sur de Cajaruro y el sur de Chirinos. Se desprende que el hábitat de nuestras especies es también de una extensión muy restringida. La literatura apoya nuestra afirmación y señala especialmente a la provincia de Jaén como un área conformada por fragmentos de vegetación asilados de bosque seco (Marcelo et al., 2007). De acuerdo a nuestra investigación, el hábitat de las tres especies trabajadas se perfila como un remanente de bosque seco, claramente perteneciente al sistema del río Marañón, en donde predominan especies caducifolias de los estratos arbóreo y arbustivo.

Es importante precisar que la distribución actual y el hábitat restringidos configuran una suerte de isla, en donde el bosque seco constituiría el parche circundado por bosque de ladera introducido y seguidamente bosque húmedo, seccionado internamente por cultivos en aumento. En relación, la teoría biogeográfica de islas (MacArthur y Wilson, 1967) señala como característica principal de una isla una fuerte especiación. Esto se aplica en nuestra investigación y ratifica el endemismo de nuestras especies al igual que su nicho especializado, ambos en relación directa con el endemismo vegetal de su hábitat natural producido por la misma característica de especiación.

El modelamiento de distribución potencial de especies evidencia que el aumento del cambio climático progresivo produciría un incremento en extensión de la distribución actual hacia el norte del área de estudio, una tendencia que permite afirmar el desplazamiento altitudinal de las condiciones ambientales favorables a futuro; y, con ello, la necesidad de nuestras especies de migrar.

De acuerdo a nuestra investigación, el RCP2.6 permite componer un escenario en donde las especies analizadas amplían su rango en un promedio de 48.79% y éste se superpone a áreas naturales donde continúa mayoritariamente el ecosistema del bosque seco, Bajo este escenario aparentemente positivo., las llanuras son ocupadas paulatinamente por la actividad agropecuaria. La distribución de las tres especies se localizaría sobre áreas sin presencia actual ni potencial de deforestación pero con el crecimiento de cultivos y vegetación escasa en el centro del ecosistema interrumpiendo su continuidad. Especialmente se destaca la vulnerabilidad de la especie *P. interandinus* cuya área de distribución de intervalos de mayor certeza se ubicaría en el área que actualmente se ha reducido a vegetación escasa.

Por otro lado, el RCP8.5 configuraría un escenario en donde nuestras tres especies incrementan su rango en menor medida que en el escenario anterior y su distribución se superpone tanto a áreas naturales donde aún se localiza su hábitat y a zonas donde ya no está disponible, áreas con actividad antrópica primaria mucho más avanzada y adentrada en el ecosistema. Este escenario sería el más complejo, en este caso conviene destacar el papel de la agricultura.

De acuerdo a Boyd (2012) y los resultados del análisis del paisaje, los distritos que poseen el ecosistema de bosque seco son Bellavista, Santa Rosa, Jaén, Colasay, Pucará, Pomahuaca, Sallique y San Felipe. Aquello puede explicar porque se han considerado en los resultados como distribución potencial.

La distribución potencial futura que se localizó en El Milagro (provincia de Uctubamba) Bellavista, la frontera entre los distritos Bellavista, La Copia y Chirinos, la frontera Bellavista - Santa Rosa y de Toribio Casanova (provincia de Cutervo) haría posible la conservación de las tres especies. Sin embargo, no sería posible al este especialmente en Bagua Grande y el oeste de Bellavista pues se encuentran ocupados por cultivos, así como el norte de Choros que ha sido trasformada en vegetación escasa. Por lo cual, éstas zonas dejarían de ser aptas para colonización futura.

Igualmente, recalamos que secciones del área colonizable en los distritos de Cajaruro, el sureste de Bagua Grande, el este de Cumba, Jamalca Yamón y Lonya

Grande (provincia de Uctubamba), Santa Rosa (provincia de Jaén), Aramango (provincia de Bagua), el norte de Chirinos, Huarango (provincia de San Ignacio), el oeste de Jaén, el oeste de Colasay, Huabal y Las Piras (provincia de Jaén) se localizan sobre el ecosistema transicional a bosque húmedo. El norte de Bagua Grande constituye área cultivada y al norte de El Milagro están proliferando la categoría de vegetación escasa así como a lo largo del cauce del río Marañón. De este modo, algunos territorios difieren en composición animal y sobre todo vegetal del área ocupada originalmente, donde nuestras especies se desarrollan normalmente; lo cual restringiría el uso del nuevo ambiente a ser ocupado. Esta afirmación se refuerza por el alto grado de endemismo vegetal que presenta el bosque seco del área de estudio (Marcelo et al., 2007) como hábitat de nuestras especies; cuya estructura y vegetación es casi imposible que se replique en el futuro el bosque húmedo, aun cuando éste último pueda sufrir procesos de sabanización por el cambio climático.

Considerando sólo el factor clima en la distribución, la investigación indica que el efecto del cambio climático resultaría aparentemente favorable para nuestras especies. Sin embargo, añadiéndole el factor humano, se estaría produciendo una reducción del hábitat actual y potencial por ocupación antrópica y actividades económicas primarias; este contexto señala al ser humano como factor restrictivo.

De este modo el análisis sugiere que, aunque se extienda la distribución de las tres especies analizadas hacia el año 2050, el área ecológicamente disponible que concuerda actualmente con el hábitat de las especies decrece por la ampliación de la frontera agrícola; por lo tanto, no todo el territorio en el que se proyectan características climáticas favorables cubriría los requerimientos de nuestras especies. Aquello también se traduce como limitante de su dispersión. Es importante mencionar que la categoría de vegetación escasa constituye una evidencia de alteraciones antropogénicas frecuentes en las áreas en donde se asienta y expande progresivamente. Se compone de árboles que persisten aislados entre sí después de que se ha sometido al bosque a la agricultura migratoria o extracción de leña.

Según el estudio de Marcelo et al. (2007) hay una similitud entre el bosque seco de esta región con otros bosques de la costa de Ecuador y de los Andes peruanos compartiendo algunas características propias de la gran unidad BTS, Linares (2004) reconoce la presencia de BTES Ecuatoriales en Ecuador y BTES Orientales en San Martín. Por ello, los resultados del modelamiento en escenarios de cambio climático, señalaban áreas de ambientes favorables para el asentamiento de las especies analizadas en las regiones de San Martín y en la frontera peruano - ecuatoriana. Sin embargo, los tipos de BTS citados difieren de los BTS interandinos donde se ha

registrado la presencia de las especies evaluadas, por otro lado, aunque climatológicamente se identifique afinidad las especies no podrían alcanzar estas áreas por las barreras espaciales cuya presencia ya se ha explicado.

En base al CDC - UNALM (2002) el paisaje de nuestra área de estudio se comprende como un mosaico de campos de cultivo, campos en descanso o desuso, purmas y bosque, lo cual, coincide con nuestros resultados de usos de suelo y análisis del paisaje. La vegetación natural se desarrolla sobre laderas más empinadas, mientras que la superficie llana está dominada por cultivos.

La presencia de cultivos agropecuarios constituiría también parte de los factores restrictivos. Bridgewater et al. (2003), menciona que los bosques secos del valle del río Marañón en Cajamarca y Amazonashan sido ocupados, intervenidos y paulatinamente destruido en aras de aumentar la actividad agropecuaria. Aquello se visualiza en nuestro estudio de cambio de cobertura vegetal, ya que para el año de 1991 nuestra área de estudio estaba mayoritariamente cubierta de vegetación estacionalmente seca. Aunque los cultivos constituían ya desde esa fecha el tercer porcentaje mayoritario incrementándose con el transcurrir del tiempo “la demanda por áreas fértiles para instalar, por ejemplo cultivos de arroz y una alta demanda de especies leñosas para combustible” (Marcelo, 2008: 43).

No se puede olvidar que las especies de estudio se encuentran en convivencia con otras especies y con el ser humano. Si bien las áreas urbanas son menores constituyendo en promedio solo 2% de la superficie analizada y no representan directamente una amenaza para la conservación de nuestras especies, el proceso de urbanización va continuar demandando el bosque seco como terreno para el usufructo de la población. Lo cual, también limitaría el crecimiento de las especies o su migración hacia zonas potenciales, también podemos mencionar a la carretera marginal y la tendencia general que poseen las infraestructuras de comunicación a dinamizarse pero que, a su vez, seccionan el ecosistema.

Al abordar la situación de fragmentación, se ha identificado al área de estudio como un paisaje con áreas de bosque seco, monte espinoso y cultivos agropecuarios. En este caso la teoría predice que “la matriz ofrece distinta resistencia a la dispersión de los organismos” (Valdés, 2011: 13), es decir, la ocupación de la distribución potencial también dependerá del grado de permeabilidad de la matriz frente a la dispersión de nuestras especies. En este sentido, la presencia de barreras geográficas, identificadas en nuestra investigación actúa como uno de los factores restrictivos de la distribución de nuestras tres especies además de las barreras antrópicas señaladas.

Del mismo modo, si bien este ecosistema tiene una estructura ya de por sí seccionada, en nuestra área de estudio el avance de la categoría de vegetación escasa promovería que se fragmente aún más el bosque. Rescatamos el hecho de que, al tratarse de especies de poca capacidad de dispersión por aislamiento geográfico, aunque la fragmentación del bosque seco no sea excesiva para nuestros ojos, si lo es para las especies evaluadas.

La expansión de la frontera agrícola es una constante amenaza, en términos generales, se ha incrementado la extensión de cultivos agropecuarios en el área de estudio alcanzando en un total de 199972.05 ha. en el año 2015. De continuar esta tendencia, a groso modo, en los próximos 27 años se presentaría una sustitución del bosque seco por campos de cultivo. Aquello implicaría una mayor fragmentación del ecosistema, evidenciando el peso de las actividades agrícola-ganaderas en el cambio de cobertura vegetal y su impacto en los remanentes boscosos. En contraste, es importante puntualizar que el área de estudio se encuentra desprovista de impacto industrial y minero, lo cual resulta positivo. Sin embargo, existe una amenaza latente, de acuerdo al catastro minero del INGEMMET, han sido otorgadas concesiones mineras al 2015 en el área de estudio e inmediaciones, focalizadas en los márgenes del río Marañón, lo cual indica una potencial explotación minera.

El bosque seco se ha privatizado por compra y ha crecido el latifundio por cercado, con la visión futura de hacer agricultura, con la implementación de proyectos de irrigación en el valle del río Marañón. Las áreas de bosque seco que involucran monte espinoso en El Milagro están fragmentadas por la presencia de empresas que han adquirido extensiones tituladas o áreas para privatizar, lo cuál, puede traducirse a futuro en la pérdida total del hábitat señalado., Además, la quema y desbroce del bosque seco, generará la conversión del bosque natural en zonas de herbáceas y pastizales, al igual que la desaparición de cactáceas que son especies asociadas a las especies faunísticas evaluadas, por deforestación como se observa actualmente en la zona de El Valor.

Los estudios señalan el alto nivel de amenaza del ecosistema de bosque seco y en contraste, la escasa concentración de recursos para su conservación (Marcelo et al., 2007). Aquello es evidenciado en los resultados de áreas de protección actual donde ninguna de las tres especies está cubierta; sin embargo hacia el año 2050 se proyecta que una sección de la distribución del *Stenocercus huancabambae* estaría en el SN Tabaconas Namballe; sin embargo no resulta significativo para su conservación. De este modo se obtiene un escenario en donde se perpetua en gran medida la situación actual de las tres especies, lo cual, tampoco termina siendo muy favorable en términos

de conservación. Las tres especies se encuentran restringidas a un espacio aislado y ninguna cuenta con protección privada o del estado actualmente. En los escenarios RCP2.6 y RCP8.5 a pesar de la amplitud de su distribución potencial ninguna de las tres especies estarían cubiertas por áreas naturales protegidas al 2050 en un porcentaje significativo.

Es interesante acotar en este análisis que los registros de presencia encontraron a las tres especies en mayor medida en el ecosistema de bosque seco, su hábitat natural, aunque también se encontraron algunos especímenes en campos de cultivo. Debido a ello, no se descarta del todo que pueda darse en un escenario favorable un uso compatible del territorio o en un escenario desfavorable para el ser humano una invasión de los terrenos agropecuarios generándose conflictos de uso, ello depende si las especies pueden adaptarse a las áreas cultivadas.

Volviendo a los conceptos de dimensión ambiental y dimensión geográfica o espacial de nuestro marco teórico, se sustrae que el incremento del área potencial al 2050 no significa que el desarrollo de nuestras especies y sus poblaciones sea mejor en comparación a otros taxones. Aunque, efectivamente, abre la posibilidad a la migración hacia nuevas áreas como una salida para salvarse de la extinción local, su hábitat actual es paulatinamente disminuido como señala la tendencia de usos de suelo.

Al menos en términos climáticos, no se potenciaría la extinción local, las modificaciones en las variables ambientales empleadas por el cambio climático harían posible la migración por el desplazamiento latitudinal del área de distribución. Se ha constatado que el cambio climático no crearía ni intensificaría condiciones de vulnerabilidad y amenaza por sí solo, más bien sería la combinación entre el cambio climático en conjunto con el cambio de usos de suelo producto de la acción humana. La reducción espacial del territorio propicio para el desarrollo de las tres especies a pesar de que se haya acrecentado ambientalmente, nos vincula a una problemática más amplia en donde los remanentes de determinados ecosistemas están destinados a desaparecer y con ello las especies que contienen.

Como se ha observado en los resultados del modelamiento se hizo presente la tendencia regular de este instrumento a la sobrestimación del área de distribución en las regiones de Ecuador y San Martín, sin embargo, esta limitación del modelamiento pudo resolverse con el estudio complementario de imágenes satelitales. La complementariedad del SIG permitió el reconocimiento de las barreras geográficas del área de estudio y con ello se optimizó el establecimiento de una distribución ajustada a

la realidad espacial de la distribución potencial actual y futura. De este modo, mediante el uso de la técnica de teledetección se logró evaluar el estado del área de estudio y áreas colonizables, compenetrando las dimensiones ambiental y espacial al momento de proyectar el desarrollo de nuestras especies.

Ha sido posible evaluar la situación actual de las áreas colonizables al igual que sus tendencias. En general, los resultados esperados a partir del análisis de las imágenes satelitales giraban en torno a corroborar que los cambios de cobertura y usos de suelo se daban, especialmente, en función del avance de la agricultura, lo cual, se confirmó en nuestra área de estudio. Es así como los resultados observados coinciden con los resultados esperados en este aspecto.

Una oportunidad para la conservación es la propuesta del corredor regional del Marañón; sin embargo, resultaría poco representativa en si situación actual al realizar el análisis comparativo en función a las áreas prioritarias. La extensión del corredor estaría abarcando la superficie del área de interés donde actualmente prevalece vegetación escasa por lo cual se sugiere una reestructuración. Actualmente, no se produciría la conexión del área de estudio con hábitats adyacentes distanciados que pueda facilitar una dinámica de flujo de las especies de estudio hacia nuevas áreas, lo cual, también trae consecuencias negativas y de riesgo para las especies analizadas ante el avance de la superficie cultivada que consume el relicto de bosque seco.

El área de estudio es un área de fuerte calentamiento, debido a ello, menos vegetación significaría menos protección y mayor calentamiento, la mayor exposición a la radiación solar y la mayor temperatura actúan como efecto de retroalimentación ante el cambio climático. Es importante destacar que el cambio de cobertura de suelos no solo va a suscitar una menor absorción de dióxido de carbono, ya que, aun aquellas áreas que se conviertan en campos de cultivos no cuentan con la capacidad de almacenar la misma cantidad de CO^2 como la de los bosques, sino en la disminución de los servicios ecosistémicos de este ambiente natural que va a influir en una menor aptitud del ecosistema para mitigar los efectos del propio cambio climático. Esta dinámica de retroalimentación favorecería que se presenten los cambios que hemos estimado en la distribución.

6.2 DISCUSIÓN Y ALCANCES DE LA INVESTIGACIÓN

El modelamiento constituye una herramienta desarrollada recientemente, por ello la técnica no está exenta de debates sobre sus limitaciones, siendo necesario señalar algunos aspectos específicos del instrumento en relación a la compleja realidad que busca representar el modelo. La probabilidad de abarcar completamente las

dimensiones que conforman el espacio ambiental es relativamente baja; sin embargo, mediante la selección de un conjunto de variables ambientales principales y disponibles, se puede obtener una representación significativa y válida.

Es importante señalar que algunos territorios no pueden ser habitados por la especie, debido a la exclusión competitiva u otras relaciones interespecíficas, barreras que impiden la dispersión ya sean geográficas, temporales, ecológicas o extirpación, por ejemplo, debido a la degradación antrópica del paisaje (Cayuela et al., 2009).. Por esta razón se emplearon herramientas de SIG y la teledetección permitiendo esclarecer estos aspectos mediante el análisis de la cobertura vegetal, usos de suelo y paisaje actual.

“Se pueden manifestar algunos problemas con las obtención de variables biológicas: en los casos en que muy pocos datos de ocurrencias se encuentran disponibles, tal vez debido al esfuerzo de muestreo limitado de baja probabilidad de detección” (Pearson, 2008: 5). También se debe señalar un mínimo de sesgo geográfico o en la identificación de especímenes por parte de los colectores, al tratarse de información secundaria suele ser colectada en zonas accesibles a los colectores como áreas cercanas a carreteras, ríos y centros poblados. Asimismo, pueden existir algunos errores en las coordenadas geográficas de los especímenes y datos de las colecciones sobre todo si se trabaja con data de descripciones textuales transformadas en coordenadas por cartografía, por lo que se debe evitar trabajar con información previa a 1990 (Plischoff y Fuentes, 2011). Sin embargo, éstas premisas se lograron resolver verificando la autenticidad y confiabilidad de las fuentes indicadores de calidad de los datos, así como realizando un estudio bibliográfico de la ecología y hábitat natural de las especies de interés, pudiendo discriminar adecuadamente las áreas de presencia.

También es importante considerar la dinámica denominada fuente - sumidero, la cual explica la ocurrencia de visitas individuales del taxón a zonas inadecuadas para su desarrollo sostenido debido a su dispersión en áreas adyacentes, en este caso, existiría una dispersión de la especie fuera de su nicho fundamental (Pearson, 2008); sin embargo, esta “anomalía” es frecuente en especies de rango amplio por lo que difícilmente constituye un riesgo de error en los resultados para nuestro análisis.

Otra limitación sería la “falta de información fiable de datos de ausencias” (Cayuela et al., 2009: 324) si se busca elegir una técnica que involucre datos de presencia - ausencia; sin embargo, en nuestra investigación se seleccionó la técnica

MAXENT a base de un algoritmo que no requiere información de ausencias (Franklin, 2009; Elith et al., 2006).

Se debe tener en cuenta que datos suficientes para el uso eficaz del MDE están disponibles sólo para una pequeña minoría de las especies (Gil y Lobo, 2012). Por consiguiente, las especies que son más propensas a requerir acciones de conservación, es decir, aquellas que son las más raras o las más amenazadas, son aquellas para las que el MDE es menos probable que pueda aplicarse, específicamente si presentan un solo registro o menos de cinco registros de muestra (Cayuela et al., 2009). Sin embargo; al indagar en diversas fuentes de datos ha sido posible superar este obstáculo para las especies seleccionadas.

Una de las dificultades principales surge de la búsqueda de incluir relaciones bióticas en el modelo, con el objetivo de seguir alimentándolo con mayor cantidad de datos; sin embargo, este tipo de datos son sumamente escasos y se limitan a especies conocidas, las especies en peligro o endémicas no poseen este tipo de información y en caso de existir se discute mucho el origen de las fuentes, además, presentar relaciones interespecíficas en capas de SIG no es factible. Para efectos de nuestra investigación se ha decidido no incluir esta información por la problemática de fondo señalada, asimismo, la decisión se apoya en que, si bien es útil indagar en el aspecto biótico, no es determinante para el éxito total del modelamiento. Debido a ello, la mayoría de los estudios realizados con la herramienta MDE no incorporan este componente por la discutible veracidad y practicidad del mismo y evidencian que es posible obtener resultados válidos y significativos (Elith y Leathwick, 2009; Pearson, 2008). Podemos señalar las investigaciones de: Beaumont y Hughes (2002), para el modelamiento proyectivo de la distribución de 24 especies de mariposas australianas bajo cambios climáticos de temperatura entre 0.8 °C y 1.4 °C futuros; y, de Téllez y Dávila (2003), sobre la predicción de la distribución futura de especies ubicadas en la Reserva de la biosfera Tehuacán - Cuicatlán asumiendo el incremento de temperatura de 2.0 °C y la reducción de la precipitación en 15%. Otros estudios que pueden citarse son los de Iverson y Prasad (1998), Berry et al. (2002), Thomas et al. (2004), y Hannah et al. (2005).

Respecto a los MCG, los modelos experimentan forzamientos determinados en vinculación con los parámetros que poseen, como aerosoles, GEI naturales o antropogénicos; y, que se influyen mutuamente. De esta manera los patrones espaciales o temporales obtenidos como respuesta no son uniformes, pueden variar de acuerdo a las características y parámetros que maneja cada modelo (Jones et al., 2011). Como toda aproximación a la realidad, los MCG conservan cierto grado de

incertidumbre en cuanto a capacidad predictiva al aplicarlos a escala regional. En cada modelo puede existir una sobreestimación del comportamiento climático ante el incremento de los GEI y los distintos forzamientos (IPCC, 2013). Debido a ello, a pesar de sus recientes actualizaciones los MCG continúan presentando importantes limitaciones para capturar los detalles que subyacen al cambio climático futuro a escala regional y local, por la resolución de sus datos, a diferencia de los modelos climáticos regionales, de resolución más fina y con datos a menor escala (Moss, 2010; Chou et al., 2014). Sin embargo; los MCG han evolucionado desde el cuarto informe del IPCC mejorando la capacidad predictiva de los modelos climáticos y la evaluación de los fenómenos meteorológicos y climáticos como precipitaciones a nivel global, monzones y ENSO. En los modelos del AR5, se incluyó, además, la intervención de nubes y aerosoles debido al papel que desempeñan en el efecto de retroalimentación en el clima, por lo cual, se concluye que el nivel de confianza es alto respecto a los modelos del AR4 (IPCC, 2013).

Debido a que se optó por utilizar MCG, la dificultad fundamental recae en la escala gruesa de la proyección relacionada a la resolución de la celda (Trivedi et al., 2008). Los MCG para poder contener la información de todo el mundo mantienen una división espacial o tamaño del pixel sumamente limitada entre 2 - 3 grados, donde un grado de longitud equivale a 111 km. Por consiguiente, no es representativo de la variación climática necesaria para estimar cambios en el rango de especies endémicas (Hijimans et al., 2005). Sin embargo, es posible reajustar los MCG para disminuir la incertidumbre de la estimación que deriva de la resolución. La opción de incluir en el modelamiento modelos de termorregulación, microclima o dinámica poblacional a nivel de cada especie ha sido señalada (Dormann et al., 2012). Cabe resaltar que estas alternativas aún están fuera de la realidad nacional en cuanto a información y disponibilidad, en este sentido el *downscaling* es la alternativa más factible. La técnica de *downscaling* mediante el método de interpolación y calibración empleando datos promedio mensuales climáticos de estaciones meteorológicas a nivel mundial ha sido aplicada por WorldClim versión 1.4 para la totalidad de las variables de base y proyecciones ambientales que presenta, logrando una resolución de 1 km (Hijimans et al., 2005) y que en suma hemos utilizado para el modelamiento de las especies de estudio.

Aun así la escala es insuficiente para capturar la variación regional y local, en éste sentido hay que adoptar con moderación los resultados obtenidos, especialmente al modelar especies endémicas. Sin embargo, la precisión de los productos obtenidos se puede mejorar aplicando una serie de ajustes a la distribución potencial obtenida, una

alternativa realista, como sugiere Bateman et al. (2013), es evaluar la capacidad de dispersión de las especies, en función a ello hemos incorporado un análisis del área de estudio incluyendo barreras geográficas para ajustar los resultados del modelamiento.

En el modelamiento de distribución de las especies de estudio se emplearon registros de 11 - 12 localidades por especie; lo cual, sugiere que debería ampliarse la cantidad de los datos utilizados en el modelamiento; sin embargo, los registros escasos y de difícil acceso son un escenario real en el modelamiento de especies endémicas, además, cabe señalar que los puntos de presencias resultaron representativos debido a las dimensiones de su hábitat físico restringido.

Los dos escenarios de forzamiento antropogénico RCP2.6 y RCP8.5 señalan que las especies podrían mantener su hábitat en el futuro y ampliar sus distribuciones presentes a nuevas áreas; sin embargo, hay que tomar estos resultados con moderación debido a que están basados en los MCG del IPCC, los cuáles, señalan que los ambiente áridos seguirían una tendencia hacia mayor aridez y es la predicción que está interiorizada en sus modelos. En función a ello, la estimación del software podría estar computando el siguiente supuesto: a mayor conversión de áreas actuales a áreas áridas entonces habrá más hábitat disponible para las especies, lo cual, no necesariamente es correcto. En esta premisa no se toma en cuenta la composición de la vegetación ni como influiría esta sequedad en el mosaico florístico de las áreas que no son bosques secos. Además no se toma en cuenta un escenario de un posible aumento en las precipitaciones futuras en la zona norte debido al cambio climático, lo cuál, podría ser favorable para muchas especies y biodiversidad.

Una observación surge del análisis comparativo entre los escenarios futuros de cambio climático producto del promedio de los dos MCG seleccionados, donde la ampliación del área de distribución en el escenario RCP2.6 es mayor que en el escenario RCP8.5 y las áreas de alta certeza incorporadas en el escenario RCP2.6 conforman áreas de certeza media o baja en el escenario RCP8.5, Mediante el análisis independiente del comportamiento de cada modelo se ha podido inferir que el modelo HADGEM2-ES interioriza un margen de cambio climático menos severo en comparación con el modelo CCSM4. El modelo HADGEM2-ES presenta una ampliación del espacio ambientalmente favorable con posibilidad de perpetuarse hasta el 2050 en los dos escenarios RCP, mientras que el modelo CCSM4 contempla un escenario de aumento de la distribución por el incremento de zonas ambientalmente aptas y un escenario tan severo de emisiones de GEI que si bien no conserva estable la distribución potencial sigue una tendencia de incremento menor, un escenario de

distribución potencial donde el área propicia para el desarrollo y supervivencia de las especies de estudio empieza a ser desfavorable. Por consiguiente, el incremento lento es lo que realmente sería favorable para nuestras especies no siendo demasiado intenso para ser dañino ni demasiado escaso para no generar alteración.

De la información que puede proveer el modelo CCM4 se sustrae que, a pesar de que el incremento sea lento fluctúa en dirección ascendente hacia los valores del RCP85 que proyecta éste modelo dando inicio a la tendencia menos favorable que señala. En el modelo promedio resultante se evidencia ésta tendencia menos favorable para el RCP85, el patrón que se puede inferir es que, a medida que sea más severo el cambio climático, la aptitud finalmente será menor.

El modelo final devela que si bien el escenario de forzamiento antropogénico contenido RCP2.6 evidencia que el efecto del cambio climático luce favorable para la distribución a nivel ambiental de las especies de estudio, en el escenario RCP8.5 el exceso del forzamiento antropogénico inicia el proceso de deterioro de la calidad ambiental y degradación de hábitat que en un inicio favorecía a nuestras especies. El riesgo es aún mayor conociendo la disminución de la aptitud que se produciría tendría su inicio en las áreas que son actualmente el hábitat natural de las especies. Los espacios que conformaban el hábitat natural serán tan áridos y el cambio climático tan severo que, en consecuencia, el área de distribución potencial iniciaría una tendencia de disminución de áreas aptas, lo cual, podría conducir al peligro de extinción. Identificar las dos tendencias que configuran la respuesta de las especies estudiadas ante el cambio climático no habría sido posible utilizando un solo modelo, al emplear el promedio de dos modelos que señalan tendencias tanto comunes como opuestas genera mayores posibilidades de otorgar una interpretación adecuada.

Es importante señalar que la clasificación de la cobertura vegetal que se ha realizado no pretende manifestar el detalle de un estudio de composición florística; sin embargo constituye una aproximación a la caracterización de la vegetación presente en el hábitat de las especies evaluadas. Cumpliendo la función de diferenciar la cobertura vegetal natural de los otros usos de suelo señalados.

En el desarrollo de la presente investigación hemos identificado que la técnica de teledetección y el empleo de imágenes satelitales Landsat poseen algunas limitaciones. Primeramente, es importante reconocer la limitación propia de la imagen digital, debido a que el producto final es en función de la resolución y el grado de detalle inherente a la escena.

En segundo lugar existen las limitaciones referentes al método de clasificación, en el caso de la CNS no se mantiene un control directo de la clasificación dependiendo casi en su totalidad de capacidad predictiva del software utilizado. Debido a ello, y en base a la utilización válida que señala Chuvieco (2010), la CNS inicial fue empleada como un insumo exploratorio para definir algunas de las clases que, después de la evaluación de campo, conformarían las clases finales en conjunto con otras clases definidas mediante observación directa del área de estudio.

Respecto a los métodos supervisados, en ocasiones, la modalidad de CS aplicada en ArcGIS no facilitó la identificación absoluta de los componentes. Aquello se presentó, principalmente, en el caso de los mapas de 1991 y 2015, debido a la aparición de nubes en las imágenes satelitales. Sin la combinación de bandas, el trabajo de campo y el análisis visual de imágenes complementarias de referencia se hubiera incurrido en interpretaciones erróneas. Es importante señalar que también se distinguieron limitaciones referentes al algoritmo clasificador SAM en el software ENVI, donde se presentaron dificultades para distinguir usos mixtos del suelo como bosque de ladera intervenida, una categoría que presenta bosque intercalado con plantaciones. Si bien fue posible el reconocimiento visual de ésta clase, a nivel espectral fue muy dificultoso su reconocimiento debido principalmente a la calidad de la imagen, donde el nivel de separabilidad se mantuvo múltiples veces debajo de 0.5 respecto a cultivos. Sin embargo, se solucionó al dividir la categoría de cultivos en tres clases diferentes: campos cultivados, campos inundados y campos en desuso, para evitar su asociación con la clase de bosque de ladera.

En ambos métodos se presentaron limitaciones para discriminar la vegetación de bosque seco y monte espinoso. En el método con ENVI, por la medición más precisa de la reflectancia del objeto los bosques de cactáceas o vegetación dispersa suelen confundirse espectralmente con suelo desnudo, en ello también influye la resolución del pixel. En un área de 30 m. x 30 m, resolución espacial del pixel de las escenas Landsat, encontramos en el campo un mosaico de especies de cactáceas semidispersas, no constituyen una masa continua y compacta de vegetación como sucede en el caso de bosques húmedos que son sencillos de discernir, por lo cual, al momento de la evaluación de la clase el software lo puede derivar a suelos sin vegetación. En el caso del software ArcGIS la discriminación se dificulta por las tonalidades que adopta éste tipo de vegetación en el método de combinación de bandas pudiendo ser confundida, igualmente, con suelo desnudo. Sin embargo, se pudo resolver empleando la interpretación visual de imágenes en Google Earth y la obtención de datos primarios de cobertura mediante trabajo de campo.

Es inevitable la presencia de algunos píxeles indebidamente clasificados por más filtros y áreas de entrenamiento que se adicionen a la muestra, de este modo, en el caso de ENVI no se obtuvo una separabilidad adecuada para la clase de áreas urbanas que se mimetizaron con las parcelas en desuso de la clase de cultivos. Por ello, se realizó la adición de una categoría que responde a la denominación de suelo desnudo 2, y se emplearon imágenes de regla para afinar la clasificación. En el caso de ArcGIS se pudo resolver disolviendo los polígonos no significativos en las clases correspondientes permitiendo el ajuste de la clasificación a un producto más preciso.

Es importante señalar que el software ENVI es un software especializado en el procesamiento y análisis de imágenes geoespaciales, por lo cual, es preciso utilizar imágenes satelitales de alta resolución, la mayoría de las dificultades en los resultados obtenidos con el método citado se debió principalmente a la calidad limitada de las escenas Landsat. La clasificación con ENVI fue de suma utilidad, para evaluar la validez de la CS realizada para el estudio multitemporal en ArcGIS 10.1, pudiéndose identificar resultados consistentes y válidos. Para mayor precisión de las coberturas y usos de suelo se recomienda realizar una digitalización de las imágenes satelitales, en vez de una clasificación.

La disposición, selección y manejo de los datos originales desde las especies, los modelos globales, los escenarios escogidos, el software de soporte, las muestras, el algoritmo de clasificación supervisada, entre otros, son factores que involucran incertidumbres particulares asociadas a estudios biogeográficos como el que desarrollamos. Sin embargo, la información y los resultados obtenidos son muy valiosos, el conjunto de las variables ambientales y espaciales utilizadas, la metodología de modelamiento de distribución de especies y teledetección diseñada para acoplarse de modo complementario concluyen en una predicción satisfactoria.

6.3 SÍNTESIS

Según la investigación se predice un inminente cambio espacial en la distribución geográfica de las tres especies analizadas: *Bachia intermedia*, *Phyllodactylus interandinus* y *Stenocercus huancabambae*, a pesar de haber modelado dos escenarios opuestos de RCP. El avance del cambio climático sea mínimo o máximo marca una tendencia, en ambos casos donde el patrón común es el incremento de las áreas de distribución en dirección norte para nuestras tres especies. Comparando el estado de la distribución de línea de base de las especies de estudio, las proyecciones arrojan la modificación del nicho climático por ampliación del mismo, donde el rango de distribución de la especie se desplaza. Es decir, el nicho fundamental futuro al 2050 sería superior al nicho realizado actual a pesar de las limitantes que ya se han

señalado en el análisis. Un segundo patrón visible es la absorción de áreas aledañas y el reemplazo de zonas que presentaban certeza media o certeza baja en la distribución actual estimada por áreas de certeza alta y certeza muy alta al 2050. El análisis comparativo entre los escenarios futuros RCP2.6 y RCP8.5 hizo posible distinguir un tercer patrón, subyacente a las tendencias observadas, aunque el aumento de la distribución proyectado se perciba como un beneficio aparente, conforme sea más intensivo el cambio climático el crecimiento de la distribución será menor posibilitando el inicio de un proceso de supresión de áreas aptas por exceso de alteración climática.

Respecto a la vulnerabilidad o situación de riesgo de extinción de las especies analizadas, a pesar de que sea contundente el incremento de áreas ambientalmente favorables para el desarrollo de nuestros organismos hasta el año 2050, el cambio de usos de suelo y la fragmentación del paisaje, constituyen una amenaza más próxima que el cambio climático. El nicho realizado futuro estaría circunscrito por una matriz de bosque de ladera y bosque húmedo que limita la extensión del bosque seco y la posibilidad de migración de las especies estudiadas hacia un hábitat compatible con el suyo. Además, estaría fragmentado por la presencia de cultivos agropecuarios, los cuales, al poseer características ecológicas diferentes no constituyen hábitats óptimos para nuestras especies como lo es el bosque seco y el monte espinoso. Por la articulación de estos factores, se determinó el grado de vulnerabilidad de las especies de estudio como medio - alto considerando la tendencia de su hábitat como bosque relictivo a reducirse y la posible perpetuación de la situación de aislamiento en que se encuentran actualmente y que ha sido constante en el tiempo.

Las áreas de congruencia espacial de las tres especies son los distritos de Bellavista y El Milagro, el norte de Bagua Grande, el norte de Choros, el sur de Cajaruro, el este de Jaén y el norte de Cumba. Es importante resaltar que Bellavista y El Milagro, nuestra área de estudio, constituye la zona de congruencia más significativa. En cuanto a las amenazas que presentó nuestra área de estudio, la alteración antrópica principal es la agricultura, sobre todo en el área central, evidenciando la tendencia a intensificar el uso del suelo en el tiempo y las dinámicas que ello acarrea como la proliferación de áreas convertidas a vegetación escasa. Una segunda amenaza es la fragmentación del bosque seco generando rupturas de la contigüidad del ecosistema. Una tercera amenaza es el cambio de la cobertura vegetal que contribuirá a incrementar el cambio climático; por la diferencia de absorción de carbono entre cultivos y ecosistemas boscosos, lo cual, intensificaría el avance del mismo y de los cambios de distribución que genera en nuestras especies.

Es importante señalar que en nuestra investigación ningún escenario compuesto ha resultado completamente positivo o negativo, ya que ambos presentan aspectos favorables y desfavorables para la supervivencia de las tres especies. En el escenario RCP2.6, el cambio climático aún generaría suficientes transformaciones ambientales para afectar el umbral de tolerancia de las especies selectas, habrá una permanencia del área de distribución en las zonas de distribución presente pero también un incremento hacia el norte; sin embargo, muchas áreas climáticamente favorables serían inaccesibles por incompatibilidad del hábitat. En el escenario RCP8.5 no se evidencia disminución del hábitat apto en relación a la línea de base, sin embargo, se evidencia una extensión de áreas favorables inferior a las dimensiones obtenidas en el escenario de mitigación.

Las posibilidades de supervivencia para nuestras especies no se reducirían totalmente debido a los efectos del cambio climático; sino debido al cambio de extensión que está sufriendo el hábitat por el factor humano y la especialización del nicho climático actual de las tres especies evaluadas que implican además requerimientos específicos de vegetación, alimentación y otros, algunos de los cuáles aún no han sido evaluados. En síntesis, de continuar la tendencia observada, las especies *B intermedia*, *P. interandinus* y *S. huancabambae* no podrían mantenerse porque no se distribuyen en ninguna otra región a nivel mundial, a variable más importante es el tiempo.

El método de modelamiento de distribución de especies, las técnicas SIG y teledetección aplicados de forma complementaria, han nutrido un análisis más exacto pues han permitido el contraste de la dimensión ambiental y la dimensión geográfico - espacial. Un producto adicional de nuestra investigación ha sido comprobar que es posible emplear estas herramientas en el estudio biogeográfico de la fauna. La metodología empleada ha previsto las debilidades de cada instrumento permitiendo un mutuo ajuste a la realidad y así la obtención de resultados científicamente válidos. Parte de nuestra propuesta de investigación es el desarrollo de más estudios faunísticos que empleen la metodología que se ha elaborado.

Es importante proponer estrategias de conservación para hábitats en riesgo de desaparición. En este caso proponemos la articulación de estos bosques relictos en corredores biológicos locales especialmente, debido a su alto nivel de endemismo. Así como la implementación de las propuestas de áreas de conservación según sitios prioritarios que se han señalado con anterioridad, constituyen una suerte de esperanza ante la amenaza de extinción.

CAPÍTULO 7

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES FINALES

1. En la determinación del rango espacial de las especies de estudio, los resultados señalan que las especies *B. intermedia* y *P. interandinus* presentarías distribuciones más restringidas, siendo más flexible en cuanto a hábitat y nicho climático la especie *S. huancabambae*. El área de convergencia del rango de las tres especies se distingue en los distritos de Bellavista, el Milagro y en menor medida en los distritos de Choros en Cutervo y Jaén en la provincia del mismo nombre.
2. Los cambios mínimos del clima serían suficientes para alterar la distribución actual de las especies de estudio, ampliando y desplazando su área de distribución potencial al 2050 bajo ambos escenarios de forzamiento antrópico RCP2.6 y RCP8.5. Aquello hace posible afirmar que los límites de tolerancia para nuestras especies son excepcionalmente bajos.

Se puede observar en los resultados que en el período de los años 2020 - 2050, surgiría un cambio importante y bastante favorable para la distribución geográfica de nuestras especies respecto a la situación del período actual, en donde las áreas de baja certeza se convertirán en zonas de excelente aptitud. La zona de características ambientales adecuadas más amplia se situaría hacia el sur en la provincia de Utcubamba. En este sentido, las tierras con aptitud irán incrementándose con el transcurrir del tiempo, especialmente durante un escenario RCP 2.6, aquello posibilitaría un aumento paulatino de la superficie ocupada por las especies evaluadas. Sin embargo, el escenario RCP 8.5 muestra una tendencia más compleja en donde el área de distribución potencial, aún más amplia en relación a la actual, inicia un proceso de reducción siendo menor en extensión al área apta estimada en el escenario RCP 2.6, pudiendo generar a futuro la extinción de las especies evaluadas de acuerdo a las condiciones climáticas. De este modo los resultados coinciden parcialmente con la hipótesis que plantea la elevación del riesgo de extinción local debido al cambio climático. La sensibilidad de las especies ante los efectos del cambio climático difiere entre si se ha medido en función a la posibilidad de poseer un menor nicho climático en el escenario RCP85 siendo las especies más vulnerables *B. intermedia* y *P. interandinus*, el *S. huancabambae* se perfila como más flexible y beneficiada, en términos ambientales, debido a que distribución sería mayor en ambos escenarios.

3. Nuestra hipótesis resultó confirmada en algunos aspectos, en efecto se identificaron nuevas áreas de aptitud ajenas a la distribución actual. Los escenarios de cambio climático indicarían el desplazamiento de las áreas ambientalmente aptas y la necesidad de migración de las especies a nuevos espacios como fue propuesto. Por otro lado, se comprobó que los territorios adecuados para la permanencia y desarrollo de las tres especies se incrementarán al cambiar el componente abiótico, producto del cambio climático en vez de reducirse; sin embargo, muchos serían inaccesibles por incompatibilidad de tipos de bosque y usos de suelo. Las áreas que cumplan con los requisitos ambientales favorables migran hacia el sur pero el confinamiento espacial de las especies evaluadas debido a la fisiografía del área de estudio, en conjunto con la fragmentación paulatina del paisaje y los cambios de uso de suelo demuestran que la configuración del espacio es sustancial.
4. La vulnerabilidad de las especies de estudio se origina en la posibilidad de dispersión, a nivel fisiográfico se precisan barreras geográficas a las cuales está circunscrita la distribución potencial recalando que por su condición de endemismo el área de distribución continúa siendo restringida. En función a ello, se descarta la posibilidad de migración hacia territorios y regiones naturales alejados. Igualmente, existen áreas catalogadas como aptas por compartir características climáticas al ser adyacentes pero aunque puedan presentar fragmentos del hábitat adecuado su cobertura vegetal difiere en gran medida de la vegetación que caracteriza al hábitat de las especies evaluadas. Las dinámicas espacio - temporales del hábitat al interior del área de estudio evidencian el incremento de la superficie cultivada, de la urbanización, de la fragmentación del paisaje, del incremento de áreas mixtas que combinan el bosque natural con plantaciones o cultivos y la privatización de áreas boscosas limitando el patrón de distribución futura estimado como favorable. Interpretando el conjunto de estos factores en adición a las proyecciones de distribución resultantes se comprende que el riesgo de extinción es muy probable, la situación geográfica y el cambio en los usos de suelo y tenencia de la tierra constituyen factores clave que determinarán sustancialmente la perpetuidad de las especies estudiadas. La reducción del área de distribución potencial de las especies evaluadas es más próxima a depender de la acción humana que de los factores climáticos, de este modo la acción antrópica puede restringir la disminución potencial de las especies o generar su extinción local.

5. Entre las principales amenazas se destacan la ampliación de la frontera agrícola con perturbaciones propias del riego por bombeo a incrementarse en los próximos años debido a las condiciones áridas del área de estudio que, de acuerdo a las proyecciones, han de volverse aún más árida. Igualmente, se destaca la quema de la vegetación en áreas de xerófitas, especies donde han sido encontrados algunos ejemplares de las especies evaluadas. Entre las amenazas latentes se destacan las concesiones mineras otorgadas y la titulación de áreas extensas de bosque seco y monte espinoso. El área de bosque seco, hábitat de las especies evaluadas, ha mantenido relativamente su amplitud y necesita ser conservado; sin embargo, la privatización de áreas de bosque seco, especialmente en el distrito de El Milagro disminuyen posibles esfuerzos de conservación. Las áreas privadas son orientadas a generar actividad económica y ya no conforman áreas libres para el estado, siendo una gran dificultad para asignarle un régimen de protección al bosque seco.
6. Las técnicas de SIG y teledetección empleadas tienen un valor fundamental para comprender la complejidad del territorio y las dinámicas socio-ambientales y espaciales que convergen conformando una descripción más realista del hábitat en el que las especies evaluadas están inmersa y del cual forman parte. Se ha constatado mediante la aplicación de dos métodos que es posible obtener resultados sustanciales por medio de ambos; validando los resultados obtenidos mediante la clasificación supervisada de usos de suelo en el software ArcGIS 10.1.
7. Actualmente no existen suficientes esfuerzos de muestreo de fauna endémica, especialmente, de las especies evaluadas a nivel nacional, la mayoría de la data se obtuvo de fuentes e investigaciones extranjeras lo que destaca una dificultad que se hizo evidente al momento de obtener la muestra georeferenciada de las especies evaluadas. Sin una adecuada muestra el modelamiento en sí puede sobreestimar la premisa de la existencia de nuestras especies de estudio en localidades extremadamente aisladas. Por ello la sección de nuestro trabajo de corte recopilatorio de registros ha constituido una contribución importante al conocimiento de la fauna endémica y su conservación.
8. Nuestra investigación ha contribuido al escaso conocimiento biogeográfico sobre especies de reptiles endémicos del Perú. El modelamiento toma solo características y datos ambientales, por ello puede sobreestimar la ocurrencia en sectores aislados geográficamente, el ajuste de los resultados pudo

resolverse con el análisis complementario del paisaje y geografía del territorio estudiado. Los instrumentos en conjunto se complementan y proveen resultados válidos.

9. Sería sumamente beneficioso el desarrollo de modelos climáticos regionales basados en el método PRECIS que consta de datos especializado en el área geográfica de los Andes y la cuenca amazónica sudamericana. Sin embargo, la no disponibilidad de una resolución adecuada (25 min.) generaría resultados poco válidos para nuestra investigación, por ello, el empleo de dicho método no resulta adecuado para nuestra área de estudio. Se sugiere realizar estudios complementarios cuando el método pueda proveer mínimo una resolución de 1 km x 1 km (30 sec.).
10. Entre las alternativas de ajuste de los resultados del modelamiento se sugiere comparar la evolución histórica del área de distribución por especie, lo cual, podría haberse aplicado si existieran más datos de las especies de estudio; sin embargo, sería posible para especies de rango más amplio.
11. Se sugiere que la investigación debe complementarse tomando en cuenta las características bióticas, es decir, el modelamiento de los depredadores o competidores naturales de nuestras especies, al igual que considerar el factor de alimento disponible con la finalidad de afinar la tendencia. Sin embargo, actualmente no hay evidencia de producción científica que abarque estos temas para las especies estudiadas recalcando la necesidad de estudios base.
12. La conservación de las especies endémicas es un tema que aún permanece inmerso en el tema general de la conservación de la biodiversidad, sin embargo, es necesario comprender su situación particular de vulnerabilidad y riesgo de extinción significativamente mayor en contraste a las especies generalistas. El mejor escenario para un territorio sería en donde se posibilite el uso compatible del espacio y de los recursos naturales entre la sociedad y las especies. Sin embargo, en el escenario actual se ejecutan acciones que tienden a descartar el valor de otros seres vivos y donde las políticas de ordenamiento territorial, ambientales y de conservación se encuentran en proceso de formulación y ajuste, es necesario el cuestionamiento de hasta qué umbral de pérdida de especies endémicas y hábitats peruanos podemos asumir, y, por supuesto, plantearnos rumbos de acción.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, C. (2010). *Phyllodactylus interandinus*. The IUCN Red List of Threatened Species. Recuperado de www.iucnredlist.org.
- Andersen, M.D. and Beauvais G.P. (2013). *Predictive Distribution Modeling of Species of Greatest Conservation Need in Texas*. Report prepared by the Wyoming Natural Diversity Database, Laramie Wyoming, for the Texas Natural Diversity Database, Texas Parks and Wildlife Department, Austin, TX.
- Anderson, R. P. (2013). A framework for using niche models to estimate impacts of climate change on species distributions. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1297(1), 8–28. <http://doi.org/10.1111/nyas.12264>.
- Altamirano, A., Miranda, A., y Jiménez, C. (2012). Incertidumbre de los índices de paisaje en el análisis de la estructura espacial. *Bosque*, 33(2), 171-181. <http://doi.org/10.4067/S0717-92002012000200007>.
- APECO. (2009). *Propuesta de Sistema de conservación Regional- SICRE – Amazonas*.
- Arango, M., Branch, J., y Botero, V. (2005). Clasificación no supervisada de coberturas vegetales sobre imágenes digitales de sensores remotos: "LANDSAT– ETM +". *Scielo*, 58, 2611–2634.
- Araújo, M.B., Guisan, A., (2006). Five (or so) challenges for species distribution modelling. *Journal of Biogeography* 33, 1677 - 1688.
- Austin, M.P. (2002) Spatial prediction of species distribution: an interface between ecological theory and statistical modelling. *Ecological Modelling*, 157, 101 – 118.
- Bader, D., Covey, C., Gutowski, W., Held, I., Kunkel, K., Miller, R., Tokmakian, R. and Zhang, M., (2008). Climate Models: An Assessment of Strengths and Limitations U.S. *Climate Change Science Program*, 3, 438 - 454.
- Baldwin, R. A. (2009). Use of Maximum Entropy Modeling in Wildlife Research. *Entropy*, 11, 854 – 866.
- Bateman, B. L., Murphy, H. T., Reside, A. E., Mokany, K., and VanDerWal, J. (2013). Appropriateness of full, partial and no dispersal scenarios in climate change impact modelling. *Diversity and Distributions*, 19(10), 1224 – 1234.
- Baxendale, C. a. (2010). El estudio del paisaje desde la Geografía: aportes para reflexiones multidisciplinares en las prácticas de ordenamiento territorial. *Fronteras*, 9, 25 - 31.

- Beaumont, L. J. and Hughes, L. (2002). Potential changes in the distributions of latitudinally restricted Australian butterfly species in response to climate change. *Global Change Biology*, 8, 954 – 971.
- Bedia, J., Herrera, S., and Gutiérrez, J. M. (2013). Dangers of using global bioclimatic datasets for ecological niche modeling. Limitations for future climate projections. *Global and Planetary Change*, 107, 1–12.
- Bellamy, C. and Altringham, J. (2015). Predicting Species Distributions Using Record Centre Data: Multi-Scale Modelling of Habitat Suitability for Bat Roosts. *Plos one*, 10(6), 1 – 17.
- Berry, P. M., Dawson, T. P., Harrison, P. A. and Pearson, R. G. (2002). Modelling potential impacts of climate change on the bioclimatic envelope of species in Britain and Ireland. *Global Ecology and Biogeography*, 11 (6), 453–462.
- Blaxter L, Hughes C, Tight M. (2000). Cómo se hace una Investigación. Colección Herramientas Universitarias. Barcelona: Gedisa.
- Blondel, J. (1985) *Biogeografía y Ecología: Síntesis sobre la estructura, la dinámica y la evolución de las poblaciones de los vertebrados terrestres*. S.L. Leon, España: Academia.
- Bocco, G. (2010). Carl Troll y la ecología del paisaje. *Investigación a ambiental*, 2 (11): 9, 92 – 93.
- Brack, A. y Mendiola, C. (2002). *Perú Ecológico*. Recuperado de <http://www.peruecologico.com.pe/>
- Brack, A. (2004) *Ecología del Perú*. PNUD, Lima: Bruño.
- Bradshaw, A.D. (2002). Introduction: An ecological perspective. In: M. H., Wong and A.D. Bradshaw, (Eds), *The Restoration and Management of Derelict Land: Modern Approaches* (pp. 1–6). World Scientific Publishing, Singapore.
- Bridgewater, S., Pennington, R. T., Reynel, C. A., Daza, A. and Pennington, T. D. (2003). A preliminary floristic and phytogeographic analysis of the woody flora of seasonally dry forests in northern Peru. *Candollea* 58(1):129-148.
- Bullock, S, (1995). Plant reproduction in neotropical dry forests. En: Bullock, S., Mooney, H. y E. Medina (Eds.): *Seasonally dry tropical forests* (pp. 277-303). Cambridge University.
- Burgman, M. A., Ferson, S. and Akçakaya, H. R. (1993). *Risk Assessment in Conservation Biology*. Chapman and Hall, London.

- Burt, C., and Burt, M. (1931). South American Lizards in the Collection of the American Museum of Natural History. *Bulletin American Museum of Natural History*, 61(8), 237 - 395.
- Boyd, D. (2012). Diagnóstico de la diversidad florística de la provincia de Jaén. Jaén.
- Brooks, N. and Adger, N. (2003). *Country level risk indicators from outcome data on climate-related disasters: an exploration of the Emergency events database*. Tyndall Center.
- Cadle, J. E. (1991). Systematics of lizards of the genus *Stenocercus* (IguaniaTropiduridae) from northern Peru. New species and comments on relationships and distribution patterns. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia*, 143, 1 - 96.
- CAN. (2008). *El Cambio Climático no tiene fronteras: Impacto del Cambio Climático en la Comunidad Andina*.
- Castilla, C. M., Torres, R., Díaz, M. M. (2013). Murciélagos de la provincia de Córdoba, Argentina: riqueza y distribución. *Mastozoología Neotropical*. 20 (2), 243 – 254.
- Cayuela, L., Golicher, D. J., Newton, A. C., Kolb, M., de Albuquerque, F. S., Arets, E. J. M. M., Alkemade J. R. M. and Pérez, A. M. (2009) Species distribution modeling in the tropics: problems, potentialities, and the role of biological data for effective species conservation. *Tropical Conservation Science*, 2(3), 319-352.
- CDC – UNALM. (2002). *Informe: Identificación de sitios prioritarios para la conservación en la ecorregion yungas peruanas (Perú)*. Proyecto: Catalizando acciones de conservación en América latina. Identificación de sitios prioritarios y las mejores alternativas de manejo en cinco ecorregiones de importancia global.
- CDC – UNALM. (2005). *Especies de fauna amenazadas por año en número desde 1999 al 2004*. Lima – Perú. Recuperado de <http://sinia.minam.gob.pe>.
- CDC – UNALM. (2006). *Planificación para la Conservación Ecoregional de las Yungas Peruanas: conservando la diversidad natural de la Selva Alta del Perú*. Informe Final. Lima.
- Ceccon, E., Huante, P., y Rincón, E. (2006). Abiotic Factors influencing Tropical Dry Forests Regeneration. *Brazilian Archives of Biology Technology, an International Journal*, 49(2): 305 – 312.

- Chase, J. M. y Leibold, M. A. (2003). Ecological Niches: Linking Classical and Contemporary Approaches. In: Comparing Classical and Contemporary Niche Theory. Chicago.
- Chou et al. (2014). Evaluation of the Eta Simulations Nested in Three Global Climate Models. *American Journal of Climate Change*, 3, 438-454.
- Chuvieco, E. (2000). *Fundamentos de teledetección espacial*. España: Rialp.
- Chuvieco, E. (2007). Mirar desde el espacio o mirar hacia otro lado: Tendencias en teledetección y su situación en la geografía Española. *Documents d' Analisi Geografica*, (50), 75 - 85.
- Chuvieco, E. (2010): *Teledetección ambiental: la observación de la tierra desde el espacio*. Barcelona: Ariel Ciencia.
- Cigarán, P. M. y García, J. (2006). Cambio climático en el Perú: Variable a considerar para el desarrollo sostenible. *Tecnología y sociedad*, 7, 56 - 68.
- CICAP y Municipalidad provincial de Uctubamba. (2004). *Plan estratégico concertado de desarrollo 2004 – 2014*, Bagua Grande.
- Collins, M., Knutti, R., Arblaster, J., Dufresne, J. L., Fichefet, T., Friedlingstein, P. Gao, X., Gutowski, W. J., Johns, T., Krinner, G., Shongwe, M., Tebaldi, C., Weaver, A. J., Wehner, M. (2013). Long-term Climate Change: Projections, Commitments and Irreversibility. In *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (pp. 1029 - 1136). United Kingdom and New York.
- Collins, W. J., Bellouin, N., Doutriaux-Boucher, M., Gedney, N., Hinton, T., Jones, C. D., Liddicoat, S., Martin, G., O'Connor, F., Rae, J., Senior, C., Totterdell, I., Woodward, S., Reichler, T., Kim, J. (2008). Evaluation of HadGEM2 model. Hadley Centre Technical Note HCTN 74, Met Office Hadley Centre, United Kingdom.
- Cortes, E. (2002). Incorporating uncertainty into demographic modeling: application to shark populations and their conservation. *Conservation Biology*, 16, 1048–1062.
- Corts, N., Navarro, M. J. E., Antonio, J., Pardo, V., and Bisbal, Y. M. J. B. (2010). Clasificación Periódica De Coberturas Terrestres a Escala Regional Con Imágenes Modis. *Geofocus, Revista Internacional de Ciencia Y Tecnología de La Información Geográfica*, (10), 1 - 17.

- Deléage, J. P. (1993). *Historia de la ecología: una ciencia del hombre y de la naturaleza*. Barcelona: Icaria.
- Denman, K.L., G. Brasseur, A., Chidthaisong, P., Ciais, P.M., Cox, R.E., Dickinson, D., Hauglustaine, C., Heinze, E., Holland, D. Jacob, U. Lohmann, S Ramachandran, P.L. da Silva Dias, S.C. Wofsy and X. Z. (2007). Couplings Between Changes in the Climate System and Biogeochemistry. In: *Climate Change 2007: The Physical Science Basis*. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, United Kingdom and New York.
- Dixon, J. R., and Huey, R. B. (1970). Systematics of the lizards of the gekkonid genus *Phyllodactylus* of mainland South America, *Contributions in Science*, 192, 1 – 78.
- Dixon, James R. (1973). A systematic Review of the Teiid Lizards Genus *Bachia* with Remarks on *Heterodactylus* and *Anostosaura*. University of Kansas. Museum of Natural History. *Miscellaneous Publication*, 57, 1 – 47.
- Dixon, J. R. y Wright, J. W. (1975). A review of the lizards of the iguanid genus *Tropidurus* in Peru. *Contributions in Science*, 271, 1 – 39.
- Dormann, C. F., Schymanski, S. J., Cabral, J., Chuine, I., Graham, C., Hartig, F., Kearney, M., Morin, X., Römermann, C., Schröder, B., Singer, A. (2012). Correlation and process in species distribution models: Bridging a dichotomy. *Journal of Biogeography*, 39, 2119 – 2131.
- Duellman, W. E., and E. R. Wild. (1993). Anuran amphibians from the Cordillera de Huancabamba, northern Peru: systematics, ecology, and biogeography. *Occasional Papers of the Natural History Museum*, 157, 1 – 53.
- Dourojeanni, R.M. (1987). Aprovechamiento del barbecho forestal en áreas de agricultura migratoria en la Amazonía peruana. *Revista Forestal del Perú*, 14(2), 15 – 61.
- Elith, J., Graham, C.H., Anderson, R.P. et al. (2006) Novel methods improve prediction of species' distributions from occurrence data. *Ecography*, 29, 129–151. Araújo, M.B., Guisan, A., 2006. Five (or so) challenges for species distribution modelling. *Journal of Biogeography* 33, 1677–1688.
- Elith, J., and Leathwick, J. R. (2009). Species Distribution Models: Ecological Explanation and Prediction Across Space and Time. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 40(1), 677 – 697.

- Elith, J., Phillips, S. J., Hastie, T., Dudík, M., Chee, Y. E., and Yates, C. J. (2011). A statistical explanation of MaxEnt for ecologists. *Diversity and Distributions*, 17(1), 43–57. <http://doi.org/10.1111/j.1472-4642.2010.00725.x>
- Engler, R., Guisan, A., Rechsteiner, L. (2004). An improved approach for predicting the distribution of rare and endangered species from occurrence and pseudo-absence data. *Journal of Applied Ecology*, 41, 263 – 274.
- Epstein, P. R., Diaz, H. F., Elias, S., Grabherr, G., Graham, N. E., Martens, W. J., Mosley-Thompson, E., Susskind, J. (1998). Biological and Physical Signs of Climate Change: Focus on Mosquito-borne Diseases. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 79 (3), 409 – 417.
- FAO. (2007). *El estado mundial de la agricultura y la alimentación*. Roma.
- FAO. (2013). *La fauna silvestre en un clima cambiante*. Roma.
- FAO. (2014). *Los bosques y el cambio climático en el Perú: situación y perspectivas*. Lima.
- Fernández, A. F., Recio, J., y Ruiz, L. A. (2003). Análisis De Imágenes Mediante Texturas: Aplicación a La Clasificación De Unidades De Vegetación. *GeoFocus*, (3), 143–159. Retrieved from www.geo-focus.org
- Fensham, R., Fairfax, R., Buttler, D. y Bowman, D. (2003). Effects of drought and fire in tropical Eucalypt savanna colonized by rainforest. *Journal of Biogeography*, 30, 1405 – 1414.
- Fielding, A.H. and J.F. Bell. (1997). A review of methods for the assessment of prediction errors in conservation presence/absence models. *Environmental Conservation*, 24, 38 – 49.
- Flato, G., Marotzke, J., Abiodun, B., Braconnot, P., Chou, S. C., Collins, W., Cox, P., Driouech, F., Emori, S., Eyring, V., Forest, C., Gleckler, P., Guilyardi, E., Jakob, C., Kattsov, V., Reason, C., Rummukainen, M. (2013). Evaluation of Climate Models. In *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (pp. 741–866).
<http://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.020>
- Foden, W., Mace, G., Vié, J. C., Angulo, A., Butchart, S., DeVantier, L., Dublin, H., Gutsche, A., Stuart, S. and Turak, E. (2008). Species susceptibility to climate

- change impacts. The 2008 Review of The IUCN Red List of Threatened Species, Switzerland.
- Foguelman, D. y González, U. E. (2009). *Qué es la ecología*. Buenos Aires, Kaicron: Capital Intelectual.
- Fontúrbel, F. (2007). Evaluación De La Pérdida De La Cobertura Del Bosque Seco Chaqueño En El Municipio De Torotoro Y En El Parque Nacional Torotoro (Potosí, Bolivia), Mediante Teledetección. *Ecología Aplicada*, 6(1, 2), 59 – 66.
- Forman, R. T. T. and Gordon, M. (1986). *Landscape Ecology*. Chichester: Wiley.
- Forster, P., V. Ramaswamy, P. Artaxo, T. Berntsen, R. Betts, D.W. Fahey, J. Haywood, J. Lean, D.C. Lowe, G. Myhre, J. Nganga, R. Prinn, G. Raga, M. Schulz and R. Van Dorland. (2007). Changes in Atmospheric Constituents and in Radiative Forcing. In: *Climate Change 2007: The Physical Science Basis*. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, United Kingdom and New York.
- Fourcade, Y., Engler, J. O., Rödder, D., and Secondi, J. (2014). Mapping species distributions with MaxEnt using a geographically biased sample of presence data: a performance assessment of methods for correcting sampling bias. *PloS One*, 9(5), e97122. <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0097122>
- Fuentes, J. L. (2000). *Iniciación a la meteorología y la climatología*. Madrid: Mundi-Prensa.
- Fullera, T., Mortonb, D. P., Sarkar, S. (2008). Incorporating uncertainty about species potential distributions under climate change into the selection of conservation areas with a case study from the Arctic Coastal Plain of Alaska. *Biological Conservation*, 141 (6), 1547 – 1559
- Franklin, J. (2009). *Mapping species distributions: Spatial inference and prediction*, Cambridge University.
- Franklin, J. (2013) Species distribution models in conservation biogeography: developments and challenges. *Diversity and Distributions*, 19, 1217–1223.
- Gentry, A. (1995). Diversity and floristic composition of neotropical dry forests. En: Bullock, S., Mooney, H. y Medina, E. (Eds.) *Seasonally dry tropical forests* (pp. 146 – 194). Cambridge University.

- Gil, G., y Lobo, J. (2012). El uso de modelos predictivos de distribución para el diseño de muestreos de especies poco conocidas. *Mastozoología Neotropical*, 19(1), 47 - 62.
- Guisan, A. and Zimmermann, N.E., (2000). Predictive habitat distribution models in ecology. *Ecological Modelling* 135, 147 - 186.
- Guisan, A., Tingley, R., Baumgartner, J.B. et al. (2013) Predicting species distributions for conservation decisions. *Ecology Letters*, 16, 1424 - 1435.
- Gobierno Regional de Amazonas (2006). Estrategia de la Diversidad Biológica de Amazonas – BIODAMAZ.
- Gobierno Regional de Amazonas. (2010). *Zonificación Ecológica y Económica del departamento de Amazonas* (1st ed.). Lima.
- Gobierno Regional de Cajamarca. (2009). *Estrategia Regional de Biodiversidad de Cajamarca al 2021*. Cajamarca.
- Gobierno regional de Cajamarca. (2011). *Zonificación ecológica y económica territorial del departamento de Cajamarca*. Cajamarca.
- Gobierno Regional Cajamarca. (2012). *La diversidad biológica de Cajamarca: Visión técnico-cultural y potencialidades* (1st ed.). Cajamarca.
- Guerra, J. C. (2001). La acción humana, el paisaje vegetal y el estudio biogeográfico. *Boletín de la asociación de geógrafos españoles*, 31, 47-60.
- Graham, C., Loiselle, B., Velásquez, J., and Cuesta, F. (2011). Species Distribution Modeling and the Challenge of Predicting Future Distributions. In *Climate Change and Biodiversity in the Tropical Andes* (Herzog, S., pp. 295–310).
- Grupo de trabajo multisectorial. (2008). *Diagnóstico Ambiental Del Perú*. Recuperado de <http://www.minam.gob.pe/>
- Guillera, G., Lahoz, J., Elith, J., Gordon, A., Kujala, H., Lentini, P. E., McCarthy, M. A., Tingley, R., Wintle, B. (2015). Is my species distribution model fit for purpose? Matching data and models to applications. *Global Ecology and Biogeography*, 1 - 17. <http://doi.org/10.1111/geb.12268>.
- Gurrutxaga, M., y Lozano, P. J. (2008). Ecología del Paisaje. Un marco para el estudio integrado de la dinámica territorial y su incidencia en la vida silvestre. *Estudios Geográficos*, LXIX (265), 519 - 543.
- Gutierrez, J. y Gould, M. (1994). *SIG: Sistemas de Información Geográfica*. Madrid: Síntesis.

- Hannah, L., Midgley, G., Hughes, G., and Bomhard, B. (2005). The View from the Cape: Extinction Risk, Protected Areas, and Climate Change, *Bio Science*, 55 (3): 231 - 242.
- Hegerl, G.C., Zwiers F. W., Braconnot P., Gillett N.P., Luo Y., Marengo Orsini J.A., Nicholls N., Penner J.E. and Stott P.A. (2007). Understanding and Attributing Climate Change. In: *Climate Change 2007: The Physical Science Basis*. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the IPCC, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Heredia, A., Martínez, S., Quintero, E., Piñeros, W., and Chuvieco, E. (2003). Comparación De Distintas Técnicas De Análisis Digital Para La Cartografía De Áreas Quemadas Con Imágenes Landsat Etm+. *Geofocus, Revista Internacional de Ciencia Y Tecnología de La Información Geográfica*, (3), 216 - 234.
- Hijmans, R. J., Cameron, S. E., Parra, J. L., Jones, P. G., and Jarvis, A. (2005). Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*, 25, 1965 - 1978.
- Hillary, E. (1985) *Ecología 2000: la faz cambiante de la tierra*. Madrid: Debate.
- Hipólito, J., Hasuib, E. and Viana, B. (2015). Solving problems involving the distribution of a species of unknown distribution via ecological niche modeling *Natureza & Conservação*, 13 (1), 15 - 23.
- Hirzel, A.H., Hausser, J., Chessel, D. and Perrin, N. (2002) Ecological niche factor analysis: how to compute habitat-suitability maps without absence data? *Ecology*, 83, 2027 - 2036.
- Hughes, L. (2000). Biological consequences of global warming: is the signal already apparent. *Trends in Ecology and Evolution*, 15, 56 - 61.
- Hurtado, J. (1998). *Metodología de la investigación. Una comprensión Holística*. Caracas, Venezuela: Quirón.
- Hutchinson, G.E. (1978). *An Introduction to Population Ecology*. Yale University Press, New Haven.
- INEI. (1993). Censos Nacionales 1993: IX de Población y IV de Vivienda. Lima.
- INEI. (2007). *Censo Nacional 2007: XI de Población y VI de Vivienda*. Lima.
- INEI. (2010). *Cajamarca: compendio departamental 2010*, Cajamarca.

- INEI. (2012). *Perú: Anuario de Estadísticas Ambientales*. Dirección Técnica de Demografía e Indicadores Sociales, Lima.
- INGEMMET. (1995). Boletín N° 57 serie A: Geología Cuadrángulo de Río Santa Águeda, San Ignacio y Aramango, Lima.
- INGEMMET. (1996). Boletín N° 62 serie A: Geología Cuadrángulo de Jaén. Lima.
- INRENA. (1995) Mapa Ecológico del Perú. Guía Explicativa. Lima.
- IPCC. (2001). *Climate Change 2001: The Scientific Basis*. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Reino Unido y Nueva York, USA.
- IPCC. (2002). *Cambio climático y biodiversidad*. Recuperado de <https://www.ipcc.ch/pdf/technical-papers/climate-changes-biodiversity-sp.pdf>
- IPCC. (2007). *Climate Change 2007: The Physical Science Basis*. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, United Kingdom and New York, USA.
- IPCC. (2008). *Directorio nacional. Cambio climático en el Perú: instituciones, investigadores, políticas, programas, proyectos y recopilación bibliográfica*. Lima: Soluciones Prácticas – ITDG.
- IPCC. (2012). *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation*. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA.
- IPCC. (2013). *Climate Change 2013: The Physical Science Basis*. Working Group I Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, United Kingdom and New York, USA.
- Iverson, L. R. and Prasad, A. M. (1998). Predicting abundance of 80 tree species following climate change in the eastern United States. *Ecological Monographs*, 68: 465 – 485.
- Jansen, E., Overpeck, J., Briffa, K.R., Duplessy, J. C., Joos, F., Masson-Delmotte, V., Olago, D., Otto-Bliesner, B., Peltier, W.R., Rahmstorf, S., Ramesh, R., Raynaud, D., Rind, D., Solomina, O., Villalba, R. and Zhang, D. (2007). Palaeoclimate. In: *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. United Kingdom and New York, USA.

- Jiménez-Valverde, A., Lobo, J. M., and Hortal, J. (2008). Not as good as they seem: The importance of concepts in species distribution modelling. *Diversity and Distributions*, 14(6), 885 - 890.
- Jones, C. D., Hughes, J. K., Bellouin, N., Hardiman, S. C., Jones, G. S., Knight, J., Liddicoat, S., O'Connor, F. M., Andres, R. J., Bell, C., Boo, K. O., Bozzo, A., Butchart, N., Cadule, P., Corbin, K. D., Doutriaux-Boucher, M., Friedlingstein, P., Gornall, J., Gray, L., Halloran, P. R., Hurtt, G., Ingram, W., Lamarque, J. F., Law, R. M., Meinshausen, M., Osprey, S., Palin, E. J., Parsons Chini, L., Raddatz, T., Sanderson, M., Sellar, A. A., Schurer, A., Valdes, P., Wood, N., Woodward, S., Yoshioka, M., Zerroukat, M. (2011). The HadGEM2-ES implementation of CMIP5 centennial simulations. *Geoscientific Model Development Discussions*, 4(1), 689 - 763. <http://doi.org/10.5194/gmdd-4-689-2011>.
- Kicklighter, D.W., Bruno, M., Donges, S. et al. (1999). A firstorder analysis of the potential role of CO2 fertilization to affect the global carbon budget: a comparison of four terrestrial biosphere models. *Tellus*, 51B, 343 - 366.
- Kirtman, B., Power, S. B., Adedoyin, A. J., Boer, G. J., Bojariu, R., Camilloni, I., Doblas-Reyes, F., Fiore, A. M., Kimoto, M., Meehl, G., Prather, M., Sarr, A., Schär, C., Sutton, R., Van Oldenborgh, G., Vecchi, G., Wang, H.-J. (2013). Near-term Climate Change: Projections and Predictability. In *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (pp. 953 - 1028). <http://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.023>.
- Krebs, C. J. (1972). *Ecology. The Experimental Analysis of Distribution and Abundance*. Harper and Row, New York.
- Kumar, S. and Stohlgren, T. J. (2009). Maxent modeling for predicting suitable habitat for threatened and endangered tree *Canacomyrica monticola* in New Caledonia. *Journal of Ecology and Natural Environment*, 1(4), 94 - 98.
- Ladle, R. J. and Whittaker, R. J. (2011). *Conservation Biogeography*. Chichester, UK: Wiley.
- Larsen, H., Brehm, G., Navarrete, H., Franco, P., Gomez, H., Mena, J. L., Morales, V., Argollo, J., Blacutt, L., and Canhos, V. (2011). Range Shifts and Extinctions Driven by Climate Change in the Tropical Andes: Synthesis and Directions. In: *Climate Change and Biodiversity in the Tropical Andes. Inter-American Institute for Global Change Research* (pp. 47 - 67).

- Leff, E. (2008). *Geopolítica de la Biodiversidad y del Desarrollo Sostenible. El Clima visto desde el Sur: El calentamiento global según los países emergentes*, 1ra ed., Buenos Aires.
- Le Treut, H., Somerville, R., Cubasch, U., Ding, Y., Mauritzen, C., Mokssit, A., Peterson, T. and Prather, M. (2007). Historical Overview of Climate Change. In: *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, United Kingdom and New York.
- Linares, R. (2004). Los Bosques Tropicales Estacionalmente Secos: II. Fitogeografía y Composición Florística. Arnaldoa.
- Lomolino, M. V., Riddle, B. R., Whittaker, R. J. and Brown, J. H. (2010). *Biogeography*. Sunderland: Sinauer Associates.
- Lupo, A., Kininmonth, W., Armstrong, J. S., Green, K. (2008). Global Climate Models and Their Limitations. *Climate Change Reconsidered II*.
- Macdonald, G. (2003). *Biogeography: space, time, and life*. New York: Wiley.
- Magrin, G., García, G. C., Cruz, D., Giménez, J.C., Moreno, A.R., Nagy, G. J., Nobre, C. and Villamizar, A. (2007). Latin America. In: *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson, Eds. (pp. 581 - 615)., UK,.
- Marcelo, J. L. (2008). Vegetación leñosa, endemismos y estado de conservación en los bosques estacionalmente secos de Jaén, Perú, 15(1), 43 - 52.
- Marcelo, J. L., Reynel, C., Zevallos, P., Bulnes, F., y Arco, A. P. (2007). Diversidad, Composición Florística Y Endemismos En Los Bosques Estacionalmente Secos Alterados Del Distrito De Jaén, Perú. *Ecología Aplicada*, 6(1, 2), 9 - 22.
- Martínez, E. (2005). Climate change and biodiversity: Some Considerations in forecasting shifts in species Potential distributions. *Biodiversity Informatics*, 2. 42 - 55.
- Masui T, Matsumoto K, Hijioka Y, Kinoshita T, Nozawa T, Ishiwatari S, Kato E, Shukla PR, Yamagata Y, Kainuma M (2011) A emission pathway to stabilize at 6 W/m² of radiative forcing. *Climatic Change*.

- Mauch, James y Birch, Jack W. (1998). *Guide to the succesful thesis and disertation*. A Handbook for students and faculty fourth Edition, revised and expanded. University of Pitsburg, Pensylvania.
- Meaza, G. (2000). *Metodología y práctica de la biogeografía*. Barcelona: Eds. del Serbal.
- Merow, C., Smith, M. J., and Silander, J. A. (2013). A practical guide to MaxEnt for modeling species' distributions: what it does, and why inputs and settings matter-Supp. *Ecography*, 36(10), 1058–1069. <http://doi.org/10.1111/j.1600-0587.2013.07872.x>
- Milesi, F. A., y Lopez, J. (2005). El concepto de nicho en Ecología aplicada : del nicho al hecho hay mucho trecho. *Ecología Austral*, 15, 131–148.
- MINAM. (2009). *Mapa de deforestación de la Amazonía peruana 2000*. Lima.
- MINAM. (2010). *El Perú y el Cambio Climático*. Segunda Comunicación Nacional del Perú a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático 2010, Lima.
- MINAM. (2015). *Estrategia Nacional ante el Cambio Climático*. Lima.
- Morera, C., Romero, M., Sandoval, L. F. (2013). Geografía, paisaje y conservación. Universidad Nacional, Costa Rica.
- Moss, R. H., Edmonds, J. A., Hibbard, K.A., Manning M. R., Rose S. K., Van Vuuren, D. P., Carter T. R., Emori S., Kainuma M., Kram T., Meehl G. A., Mitchell, John F. B., Nakicenovic, N., Riahi, K., Smith, S. J., Stouffer, R. J., Thomson, A. M., Weyant, J. P. and Wilbanks T. J.. The next generation of scenarios for climate change research and assessment. *Nature*, 463, 2010.
- Müller, P. (1979). *Introducción a la zoogeografía*. Barcelona: Blume.
- Municipalidad provincial de Jaén. (2004). *Plan Articulado de Desarrollo de la Provincia de Jaén 2004 – 2014*, Jaén.
- Noble, G. K. (1921). Two new lizards from northwestern Peru. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 29, 142.
- ONG Libélula (2012). PLANCC: Proyecto de Planificación ante el Cambio Climático, Perú. Recuperado de <http://libelula.com.pe/>.
- ONU. (2000). *Declaración del Milenio*. Estados Unidos.
- ONU. (2014). *La situación demográfica en el mundo, 2014*.

- Pacheco, V. (2002). Mamíferos del Perú. En: *Mamíferos Neotropicales* (pp. 504 – 549).
- Parmesan, C. (2006). Ecological and evolutionary responses to recent climate change. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 37(1), 637–669. <http://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.37.091305.110100>
- Pearson, R. G. y Dawson, T. P. (2003). Predicting the impacts of climate change on the distribution of species: are bioclimate envelope models useful? *Global Ecology and Biogeography*, 12 (5), 361 – 371.
- Pearson, R.G., Raxworthy, C.J., Nakamura, M., Peterson, A.T. (2007). Predicting species distributions from small numbers of occurrence records: a test case using cryptic geckos in Madagascar. *Journal of Biogeography*, 34, 102 – 117.
- Pearson, R. G. (2008). Species Distribution Modeling for Conservation Educators and Practitioners. *Lessons in conservation*, 3, 54 – 89. Recuperado de <http://ncep.amnh.org>.
- Pennington, R. T., Prado, D. E. and Pendry, C. A. (2000). Neotropical seasonally dry forests and Quaternary vegetation changes. *Journal of Biogeography*, 27, 261–273.
- Pérez, A. G. y Rodríguez, L. A. (2006). La salida de campo: una manera de enseñar y aprender geografía. *Geoenseñanza*, 11(2), 229–234. Retrieved from <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=36012425008>.
- Peterson, A.T., Ortega, M.A., Bartley, J., Sanchez, V., Soberon, J., Buddemeier, R.H. and Stockwell, D.R.B. (2002) Future projections for Mexican faunas under global climate change scenarios. *Nature*, 416, 626 – 629.
- Peterson A. T. (2003). Predicting the geography of species invasions via Ecological niche modeling. *The Quarterly Review of Biology*, 78 (4), 419 – 433.
- Peterson T., A. y Soberón J. (2012). Species Distribution Modeling and Ecological Niche Modeling: Getting the Concepts Right. *Brazilian Journal of Nature Conservation: Natureza & Conservação*, 10 (2), 102-107.
- Phillips, S.J., Anderson, R.P., Schapire, R.E. (2006). Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling*, 190, 231–259.
- Phillips, S.J. and Dudík, M. (2008) Modeling of species distributions with Maxent: new extensions and a comprehensive evaluation. *Ecography*, 31, 161–175.
- Pinilla, C. (1995). Elementos de Teledetección. Universidad de Jaén. Madrid: Ed. Rama.

- Pliscoff, P. y Fuentes C. T. (2011). Modelación de la distribución de especies y ecosistemas en el tiempo y en el espacio: una revisión de las nuevas herramientas y enfoques disponibles. *Revista de Geografía Norte Grande*, 48, 61-79.
- Polanco, A. (2012). Teledetección de la vegetación del páramo de Belmira con imágenes Landsat. *Dyna*, 79, 1–11.
- Pulgar Vidal, J. (1981). *Geografía del Perú. Las Ocho Regiones Naturales del Perú*. Octava Edición, Lima: Universo.
- Recavarren, P.; Delgado, M.; León, A. y Castro, A. (2011). Cuantificación de la deforestación en Madre de Dios, un análisis frente al impacto de la minería. En: Proyecto REDD en Áreas Naturales Protegidas de Madre de Dios. Insumos para la elaboración de la línea base de carbono (p. 47), AIDER, Lima.
- Reid, H. y Alam, M. (2008). Los Cambios Climáticos y los objetivos de Desarrollo del Milenio. En: *El Clima visto desde el Sur: El calentamiento global según los países emergentes* (pp. 127 – 138), 1ra ed, Buenos Aires.
- Reynel, C., Pennington, R. y Palacios, S. (2011). *Una formación vegetal subxerófila en el valle de Chanchamayo, Departamento de Junín*.
- Reynel, C., Pennington, R. T., y Sarkinen, T. (2013). *Cómo se formó la diversidad ecológica del Perú*. Centro de Estudios en Dendrologia and Royal Botanic Garden Edinburgh, Lima.
- Riahi K., Ra, S., Krey V., Cheolhung, C., Chirkov, V., Fischer, G., Kindermann, G., Nakicenovic, N. and Rafaj, P. (2011). RCP 8.5 – A scenario of comparatively high greenhouse gas emissions. *Climatic Change*, 109, 33 - 57.
- Richardson D. M. and Whittaker R. J. (2010). Conservation biogeography – Foundations, concepts and challenges. *Diversity and Distributions: A Journal of Conservation Biogeography*, 16, 313–320.
- Richardson D. M. (2012). Conservation biogeography: what's hot and what's not? *Diversity and Distributions: A Journal of Conservation Biogeography*, 18, 319-322.
- Richards, J. A. (1999). Supervised Classification Technique. In *Remote Sensing Digital Image Analysis* (4th ed., pp. 193–298). Springer Berlin Heidelberg. <http://doi.org/10.1007/978-3-642-88087-2>

- Rodrigues, A.S.L., Pilgrim, J.D., Lamoreux, J.F., Hoffmann, M. and Brooks, T.M. (2006). The value of the IUCN Red List for conservation. *Trends in Ecology and Evolution*, 21, 71–76.
- Root, L. T. and Schneider, H. S. (2002). *Climate Change: Overview and Implications for Wildlife*. Wildlife Responses to Climate change: North American Case Studies, Washington D.C.
- Rubio, N. (1982). *El estudio de la vegetación*. Madrid: Anaya.
- Sánchez, A. y Vásquez, C. (2010). Mapa climático del departamento de Cajamarca. Gobierno Regional de Cajamarca.
- Sánchez, S. (2011). Zonas de vida de Cajamarca. Recuperado de <http://zeeot.regioncajamarca.gob.pe/>.
- Scheldeman, X. and Van Zonneveld, M. (2010). *Training Manual on Spatial Analysis of Plant Diversity and Distribution*. Bioversity International, Rome.
- SENAMHI. (2009). *Escenarios Climáticos en el Perú para el año 2030. – Segunda Comunicación Nacional de Cambio Climático*. Resumen Técnico, Lima.
- Sinclair, S., White, M., and Newell, G. (2010). How useful are species distribution models for managing biodiversity under future climates. *Ecology and Society*, 15(1). Retrieved from <http://www.ecologyandsociety.org/vol15/iss1/art8/>.
- SINIA-MINAM. (2010). *Información estadística: Categorización de especies de fauna silvestre amenazada. 1997, 1990, 2000 y 2004*. Recuperado de <http://sinia.minam.gob.pe>.
- SINIA (2013). *Cifras ambientales 2013*. Lima.
- Soberón, J. (2010). Niche and area of distribution modeling: a population ecology perspective. *Ecography*, 33, 159 – 167.
- Soberón, J. and M. Nakamura. (2009). Niches and distributional areas: concepts, methods and assumptions. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 106, 19644-19650.
- Soberón, J. (2007). Grinnellian and Eltonian niches and geographic distributions of species. *Ecology Letters*, 10, 1115 – 1123.
- Suarez, D., C., Chacón, E., and Ataroff, M. (2011). Heterogeneidad del paisaje de selva semicaducifolia montana en tres cuencas de los andes Venezolanos. *Revista Geográfica Venezolana*, 52(2), 11 – 30.

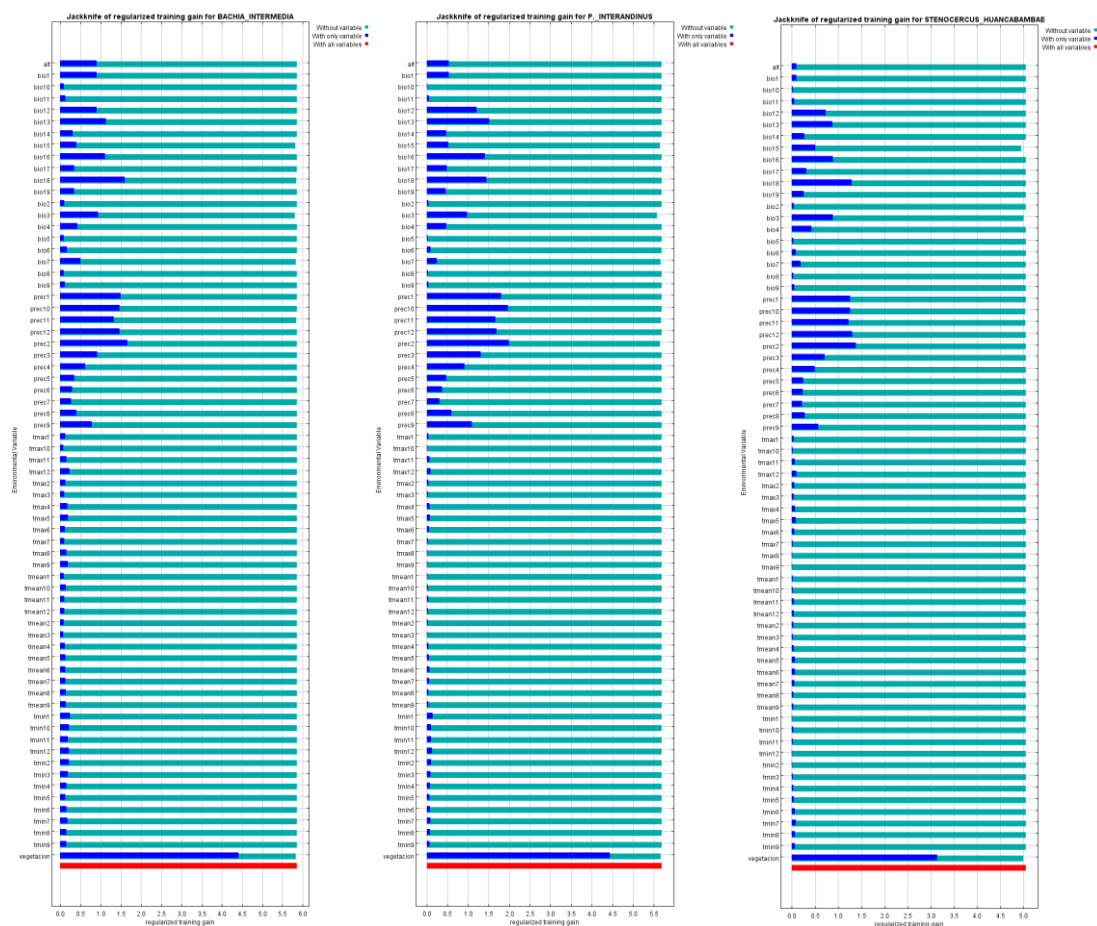
- Swets, J. A. (1988). Measuring the accuracy of diagnostic systems. *Science*, 240, 1285 – 1293.
- Teixeira, M., Jr; DalVechio F., Sales, P. M., Mollo A., Moreira L. (2013). A new species of *Bachia* Gray, 1845 (Squamata: Gymnophthalmidae) from the western Brazilian Amazonia. *Zootaxa*, 3636 (3): 401 – 420.
- Téllez, O. and Dávila, P. (2003). Protected areas and climate change: a case study of the cacti in the Tehuacán – Cuicatlán biosphere reserve, México. *Conservation Biology*, 17, 846 – 853.
- Thomas, C.D. et al. (2004). Extinction risk from climate change. *Nature*, 427, 145 – 148.
- Torres, O. (2007). A taxonomic revision of South American *Stenocercus* (Squamata: Iguania) lizards. *Herpetological Monographs*, 21, 76 – 178.
- Torres, O. (2009). Sistemática filogenética de las lagartijas del género *Stenocercus* (Squamata: Iguania) de los Andes del norte. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 80(3), 727–740.
- Tovar, C., Arnillas, C. A., Cuesta, F., Buytaert, W. (2013). Diverging Responses of Tropical Andean Biomes under Future Climate Conditions. *Plos one*, 8(5), 1 – 12.
- Townsend C. R., Begon M. and Harper J. L. (2008). *Essentials of Ecology*, (3ed), UK: Blackwell Science.
- Turner, W., Spector, S., Gardiner, N., Fladeland, M., Sterling, E., and Steininger, M. (2003). Remote sensing for biodiversity science and conservation. *Trends in Ecology and Evolution*, 18, 306 – 314.
- Thomson AM, Calvin KV, Smith SJ, Kyle GP, Volke A, Patel P, Delgado, S., Bond, B., Wise, M.A., Clarke, L.E. (2011). RCP4.5: a pathway for stabilization of radiative forcing by 2100. *Climatic Change*.
- Thuiller, W., (2003). BIOMOD—optimizing predictions of species distributions and projecting potential future shifts under global change. *Global Change Biology* 9, 1353 – 1362.
- Trenberth, K.E., P.D. Jones, P. Ambenje, R. Bojariu, D. Easterling, A. Klein Tank, D. Parker, F. Rahimzadeh, J.A. Renwick, M. Rusticucci, B. Soden and P. Z. (2007). Observations: Surface and Atmospheric Climate Change. In: *Climate Change 2007: The Physical Science Basis*. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.

- Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Trivedi, M.R., Berry, P.M., Morecroft, M.D. and Dawson, T.P. (2008) Spatial scale affects bioclimate model projections of climate change impacts on mountain plants. *Global Change Biology*, 14, 1089 - 1103.
- UNEP. (2010). *Resumen ambiental nacional del Perú*. Lima.
- Valdés, A. (2011). Modelos de paisaje y análisis de fragmentación: de la biogeografía de islas a la aproximación de paisaje continuo. *Ecosistemas*, 20(2), 11-20.
- Van Vuuren D. P., Edmonds J. A., Kainuma M. and Riahi K. and Weyant J. (2011a). A special issue on the RCPs. *Climatic Change*, 109, 1 - 4.
- Van Vuuren, D. P., Edmonds, J., Kainuma, M., Riahi, K., Thomson, A., Hibbard, K., Hurtt, G. C., Kram, T., Krey, V., Lamarque, J., Masui, T., Meinshausen, M., Nakicenovic, N., Smith, S. J. and Rose, S. K.. (2011b). The representative concentration pathways: an overview. *Climatic Change*, 109, 5 - 31.
- Van Vuuren, D. P., Stehfest, E., Den Elzen, M. G. J., Kram, T., Van Vliet, J., Deetman, S., M. Isaac, Goldewijk, K., Hof, A., Mendoza, A., Oostenrijk, R. and Van Ruijven, B.. (2011c). RCP2.6: exploring the possibility to keep global mean temperature increase below 2°C. *Climatic Change*, 109, 95 - 116.
- Vargas, P. (2009). *Cambio Climático y sus efectos en el Perú*. Banco Central de Reserva del Perú.
- Velasquez, J., Salaman, P. and Graham, C. H. (2013). Effects of climate change on species distribution, community structure, and conservation of birds in protected areas in Colombia. *Regional Environmental Change*, 13 (2), 235-248
- Venegas, P. J., Townsend, J. H., Koch, C. and Böhme, W. (2008). Two New Sympatric Species of Leaf-Toed Geckos (Gekkonidae: Phyllodactylus) from the Balsas Region of the Upper Marañon Valley, Perú. *Journal of Herpetology*, 42 (2), 386 – 396.
- Venegas, P. J., Echevarría, L. Y., Alvarez, S. C., and Vásquez, D. (2010). Reptilia, Squamata, Iguanidae, *Stenocercus humeralis* Gunther, 1859: First country record, Peru. *Check List*, 6(2), 250 – 252.
- Verovnik, R., Popovic, M., Sasic, M. (2014). Wanted! Dead or alive: the tale of the Brown's Grayling (*Pseudochazara amymone*). *Journal of Insect Conservation*, 18 (4), 675 – 682.

- Vieira, D. y Scariot, A. (2006). Principles of natural regeneration of tropical dry forests for restoration. *Restoration Ecology*, 14 (1), 11 – 20.
- Vila, J., Varga, D., Llausàs, A., and Ribas, A. (2006). Conceptes i mètodes fonamentals en ecologia del paisatge («landscape ecology»): una interpretació des de la geografia. *Documents D'anàlisi Geogràfica*, (48) ,151 – 166.
- Voskamp, A., Rode, E. J., Coudrat, C., Wirdateti, N. Z., Abinawanto, Wilson R. J., Nekaris, K. A. I. (2014). Modelling the habitat use and distribution of the threatened Javan slow loris *Nycticebus javanicus*. *Endangered species research*, 23, 277–286.
- Walther, G. R., Post, E., Convey, P., Menzel, A., Parmesan, C., Beebee, T.J.C., Fromentin, J. M., Hoegh-Guldberg, O. and Bairlein, F. (2002). Ecological responses to recent climate change. *Nature*, 416, 389 - 395.
- Weberbauer, A. (1936). *Phytogeography of the Peruvian Andes*. Field Mus. Nat. Hist., Bot. Ser., 13, 13 – 81.
- Whittaker, R. H.; Levin, S. A. and Root, R.B. (1973). Niche, habitat and ecotope. *The American Naturalist*, 107, 321 – 338.
- Whittaker R. J., Araújo M. B., Jepson P., Ladle R. J., Watson J. E. M. and Willis K. J. (2005). Conservation Biogeography: assessment and prospect. *Diversity and Distributions: A Journal of Conservation Biogeography*, 11, 3 – 23.
- WWF. (2012). *Planeta Vivo Informe 2010. Biodiversidad, biocapacidad y propuestas de futuro*. Recuperado de <http://www.ibcperu.org/doc/isis/13057.pdf>.
- WWF. (2006). *Wildfinder: Online database of species distribution*. Recuperado de www.worldwildlife.org/science/wildfinder.
- Young, B. et al. (2007). *Distribución de las especies endémicas en la vertiente oriental de los Andes en Perú y Bolivia*. NatureServe, Arlington, Virginia, EE UU.
- Zorogastúa, P., Quiroz, R., y Garatuza, J. (2011). Evaluación de cambios en la cobertura y uso de la tierra con imágenes de satélite en Piura – Perú. *Ecología Aplicada*, 10(1), 13 – 22.
- Zunnino, M. (2003). *Biogeografía: la dimensión espacial de la evolución*. México, D.F.: FCE.
- Zunnino, M. y Palestrini, C. (1991). El concepto de especie y la Biogeografía. *Anales de Biología*, 17. *Biología Animal*, 6. 85 - 88.

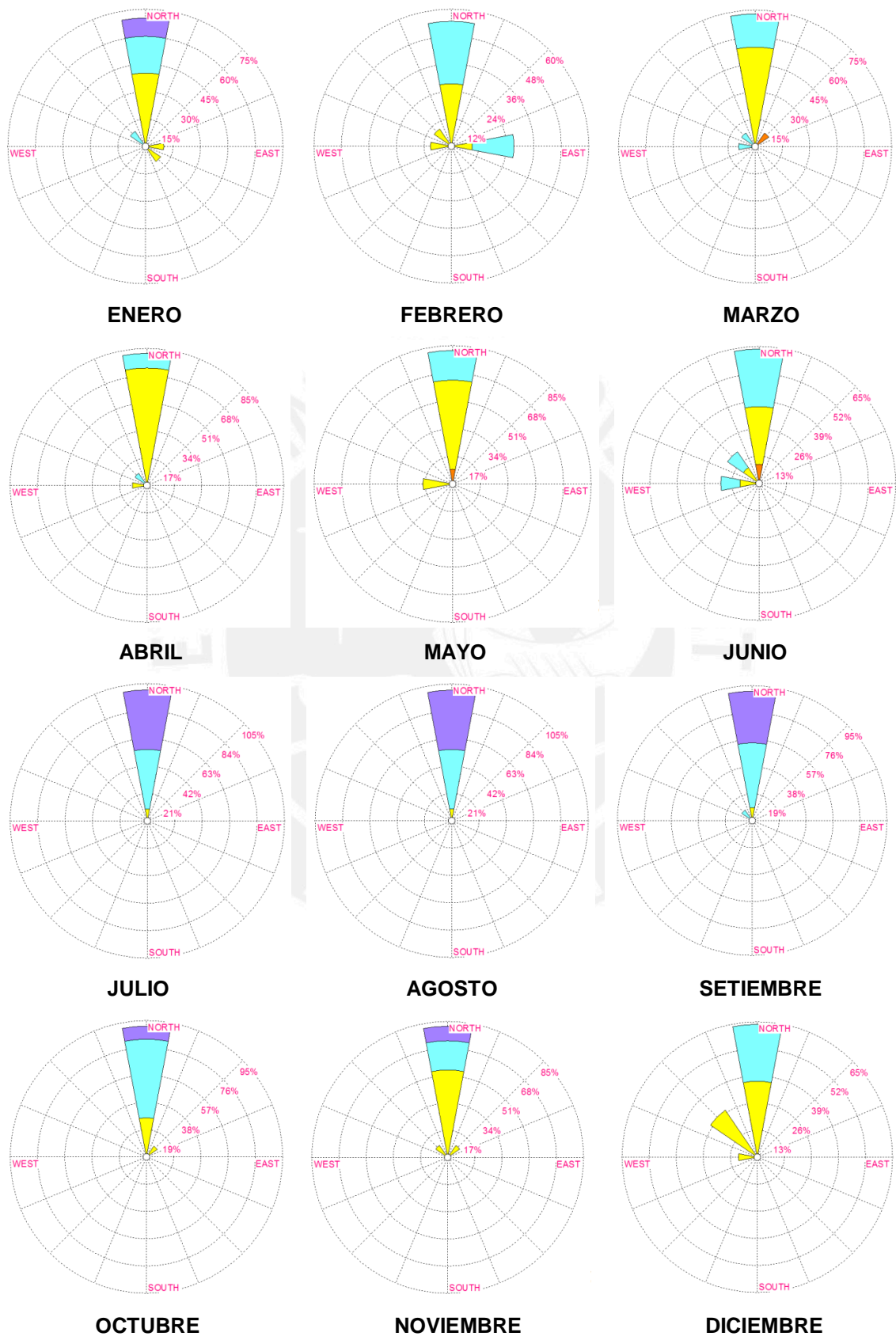


EVALUACIÓN PRELIMINAR DE LA HERRAMIENTA JACKKNIFE



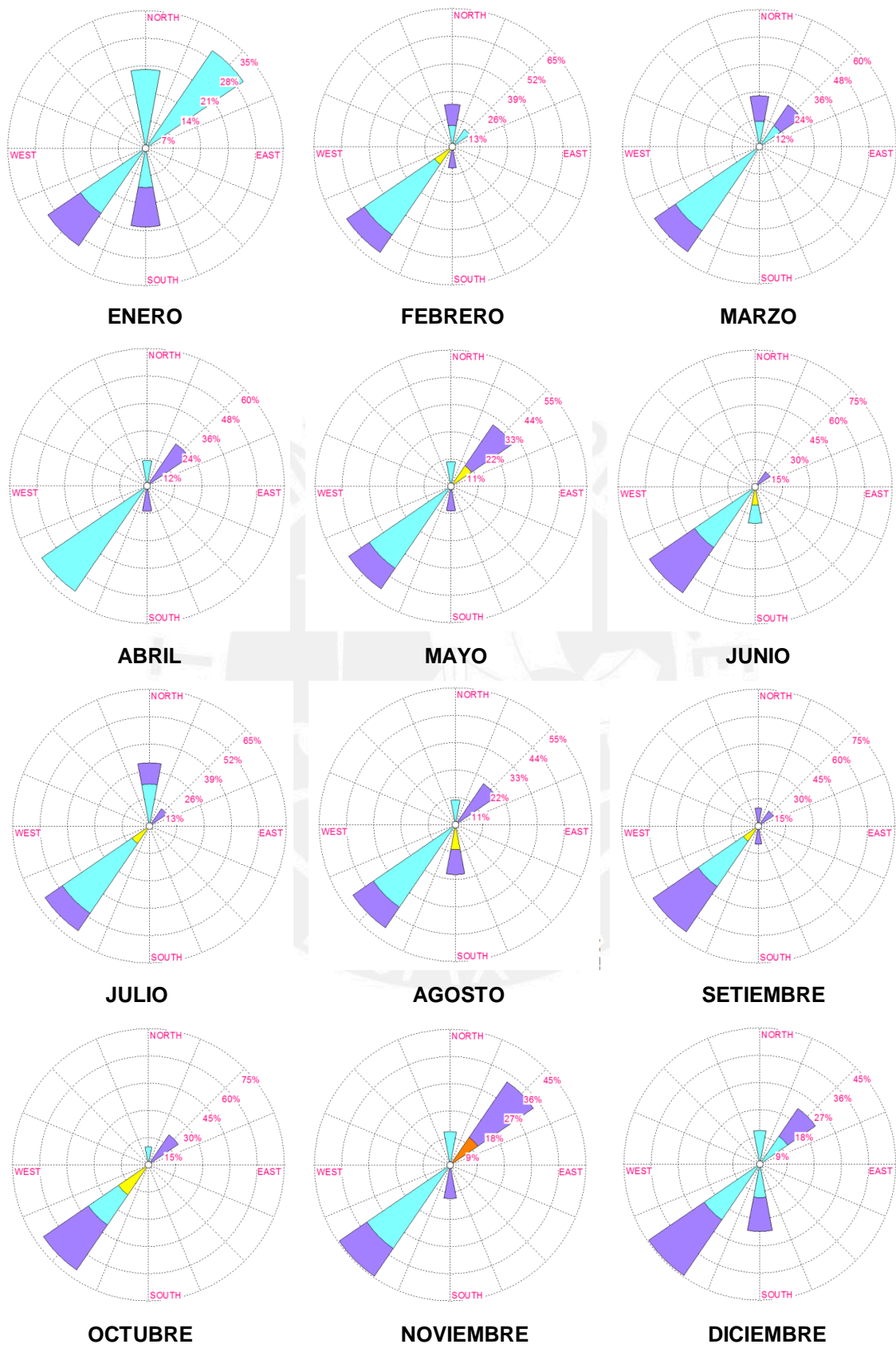
ANEXO 2: ROSAS DE LOS VIENTOS MENSUALES (2004 – 2014)

ESTACIÓN BAGUA CHICA



Fuente: SENAMHI, 2015

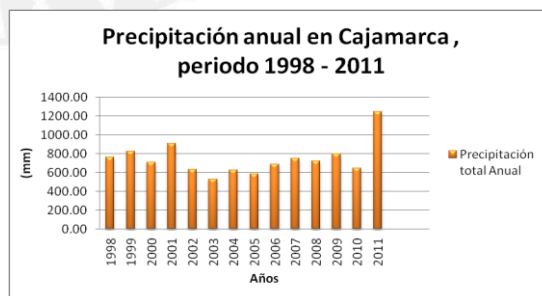
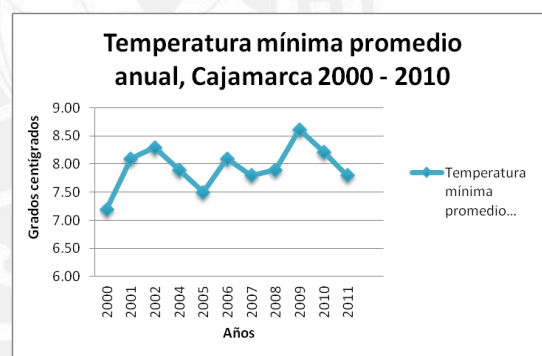
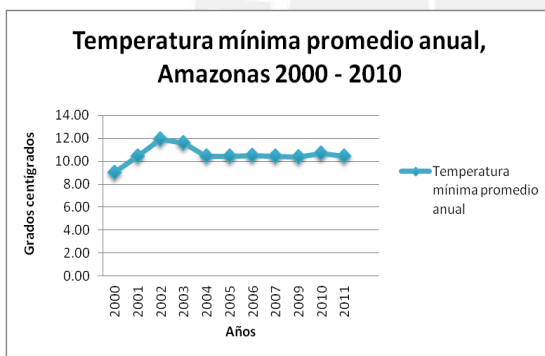
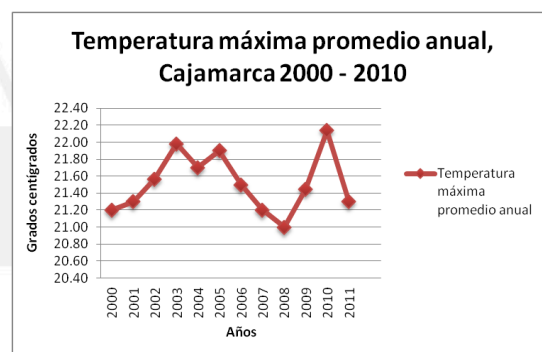
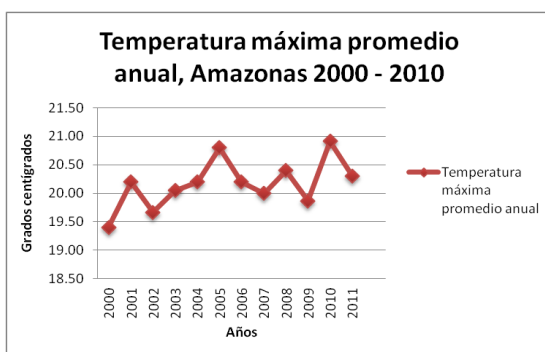
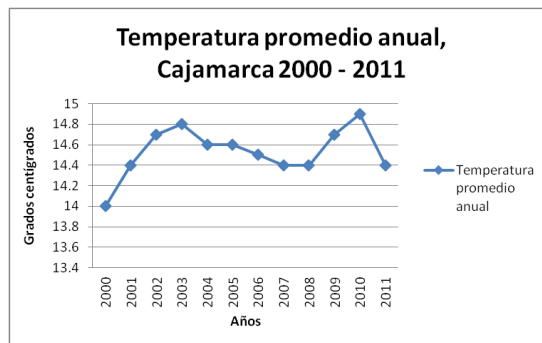
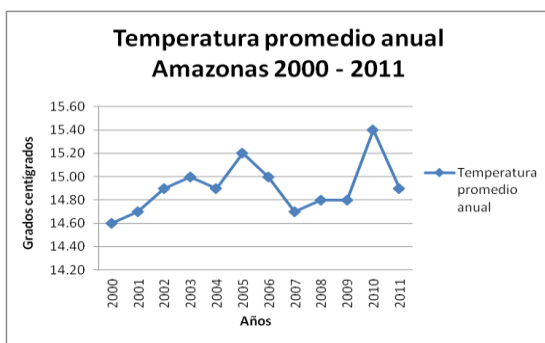
ESTACIÓN JAÉN



Fuente: SENAMHI, 2015

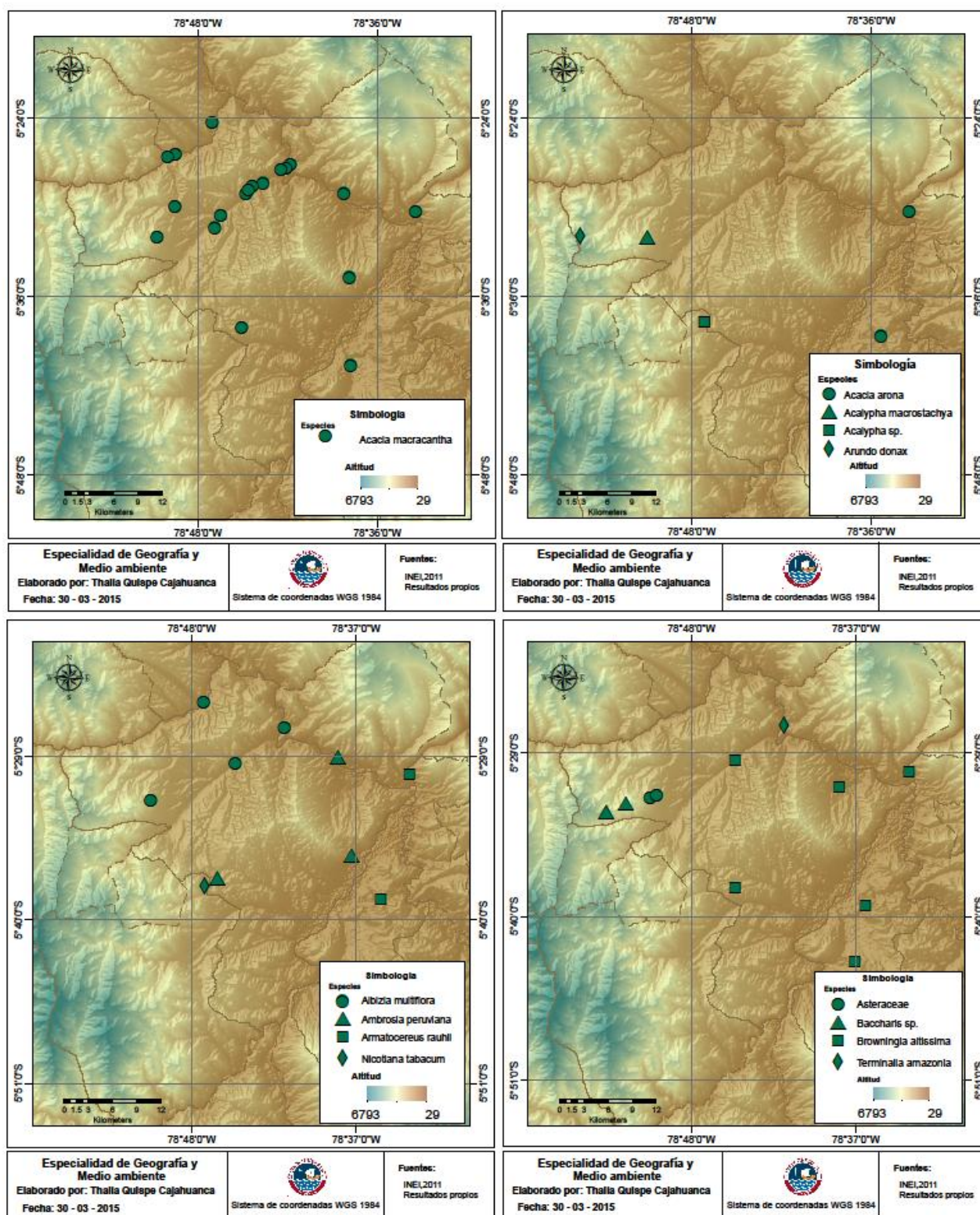
ANEXO 3

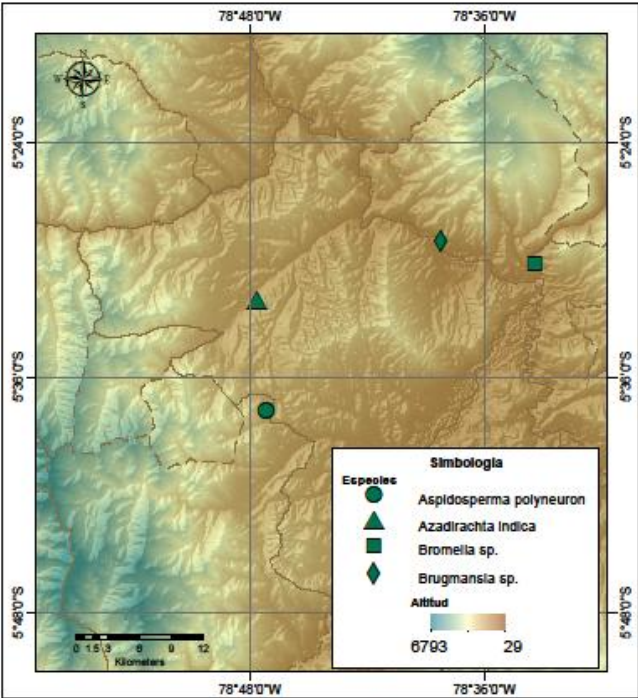
PARÁMETROS CLIMÁTICOS DE AMAZONAS Y CAJAMARCA



Fuente: SENAMHI, 2014

ANEXO 4 MAPAS DE LAS ESPECIES VEGETALES REGISTRADAS EN EL ÁREA DE ESTUDIO



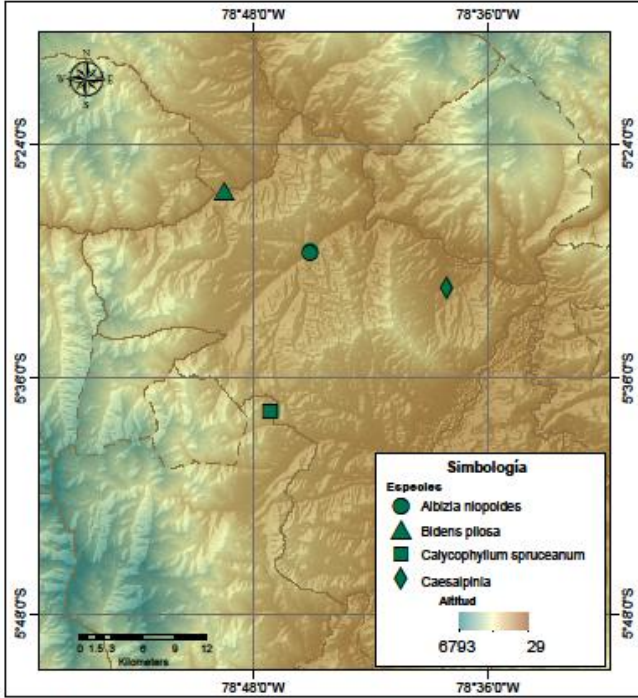


Especialidad de Geografía y Medio ambiente
Elaborado por: Thalia Gulspe Cajahuanca
Fecha: 30 - 03 - 2015



Sistema de coordenadas WGS 1984

Fuentes:
INEL 2011
Resultados propios

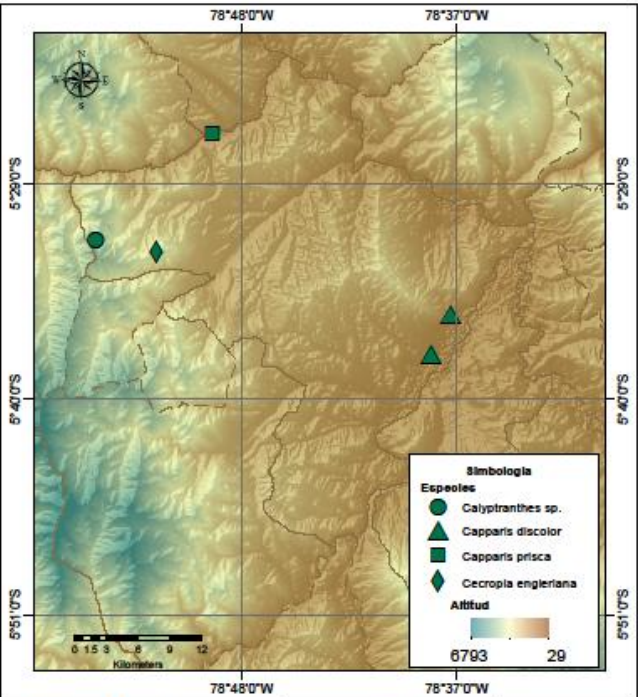


Especialidad de Geografía y Medio ambiente
Elaborado por: Thalia Gulspe Cajahuanca
Fecha: 30 - 03 - 2015



Sistema de coordenadas WGS 1984

Fuentes:
INEL 2011
Resultados propios

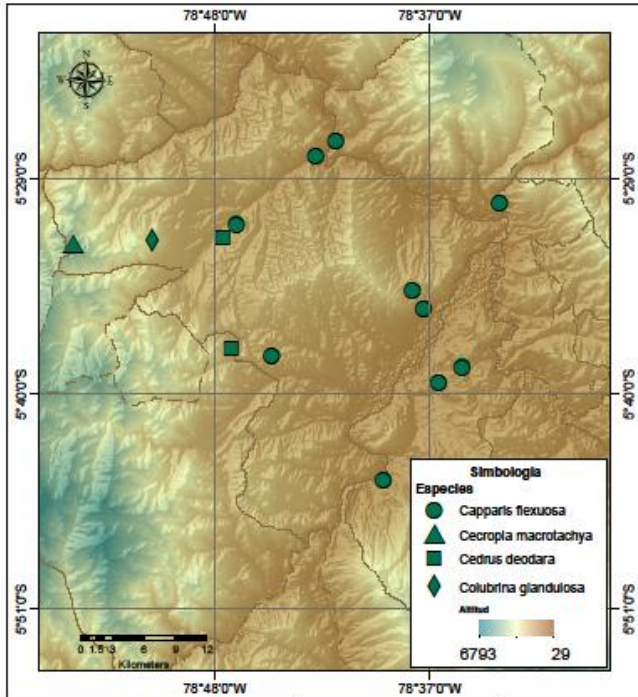


Especialidad de Geografía y Medio ambiente
Elaborado por: Thalia Gulspe Cajahuanca
Fecha: 30 - 03 - 2015



Sistema de coordenadas WGS 1984

Fuentes:
INEL 2011
Resultados propios

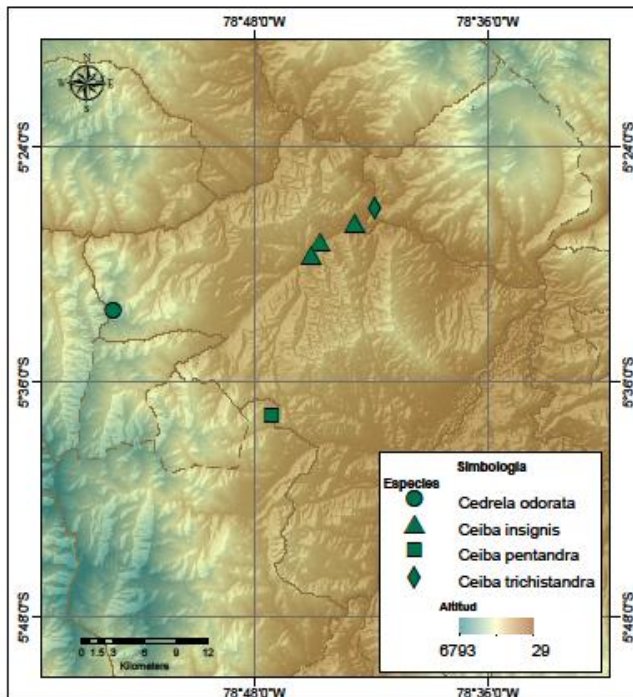


Especialidad de Geografía y Medio ambiente
Elaborado por: Thalia Gulspe Cajahuanca
Fecha: 30 - 03 - 2015



Sistema de coordenadas WGS 1984

Fuentes:
INEL 2011
Resultados propios

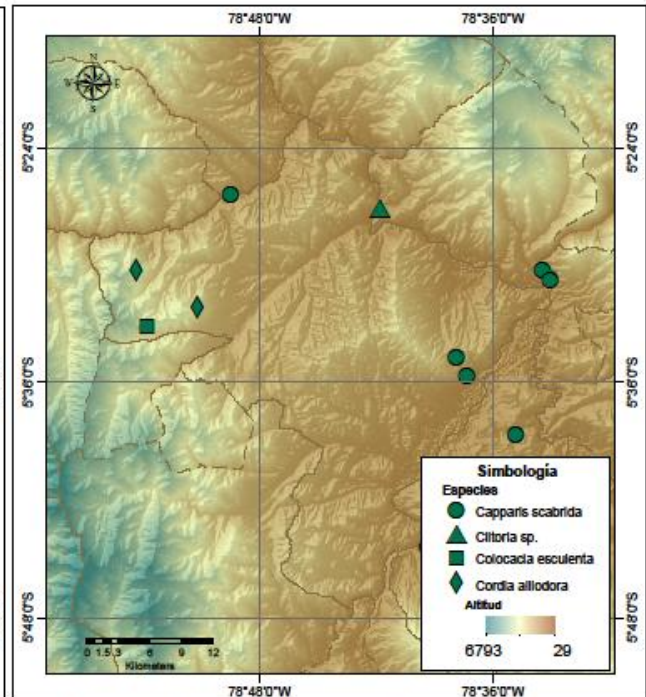


Especialidad de Geografía y Medio ambiente
Elaborado por: Thalia Gulspe Cajahuanca
Fecha: 30 - 03 - 2015



Sistema de coordenadas WGS 1984

Fuentes:
INEL 2011
Resultados propios

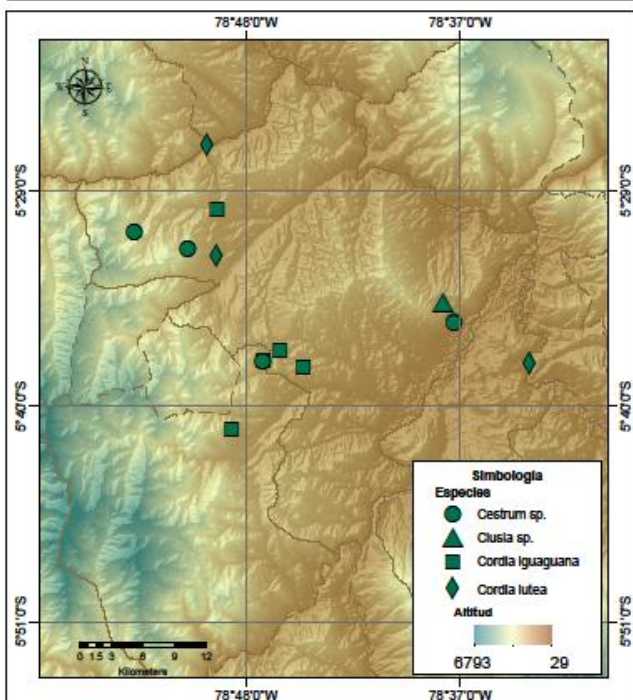


Especialidad de Geografía y Medio ambiente
Elaborado por: Thalia Gulspe Cajahuanca
Fecha: 30 - 03 - 2015



Sistema de coordenadas WGS 1984

Fuentes:
INEL 2011
Resultados propios

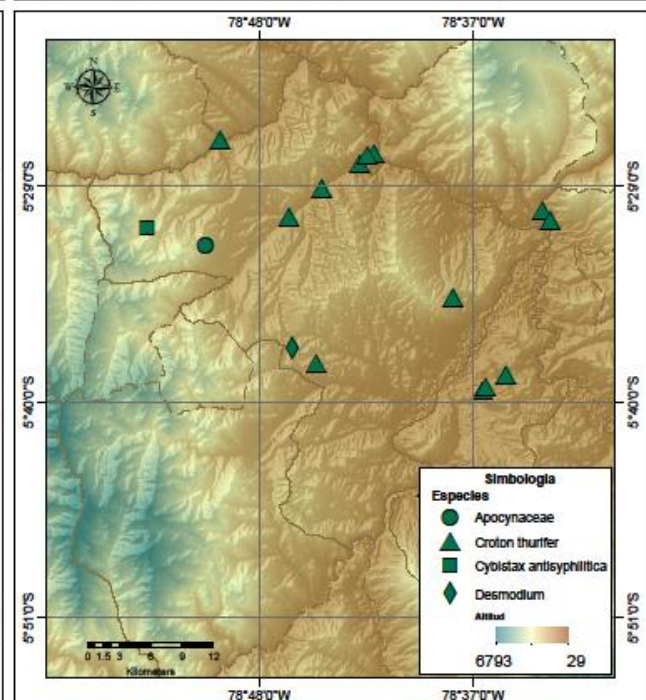


Especialidad de Geografía y Medio ambiente
Elaborado por: Thalia Gulspe Cajahuanca
Fecha: 30 - 03 - 2015



Sistema de coordenadas WGS 1984

Fuentes:
INEL 2011
Resultados propios

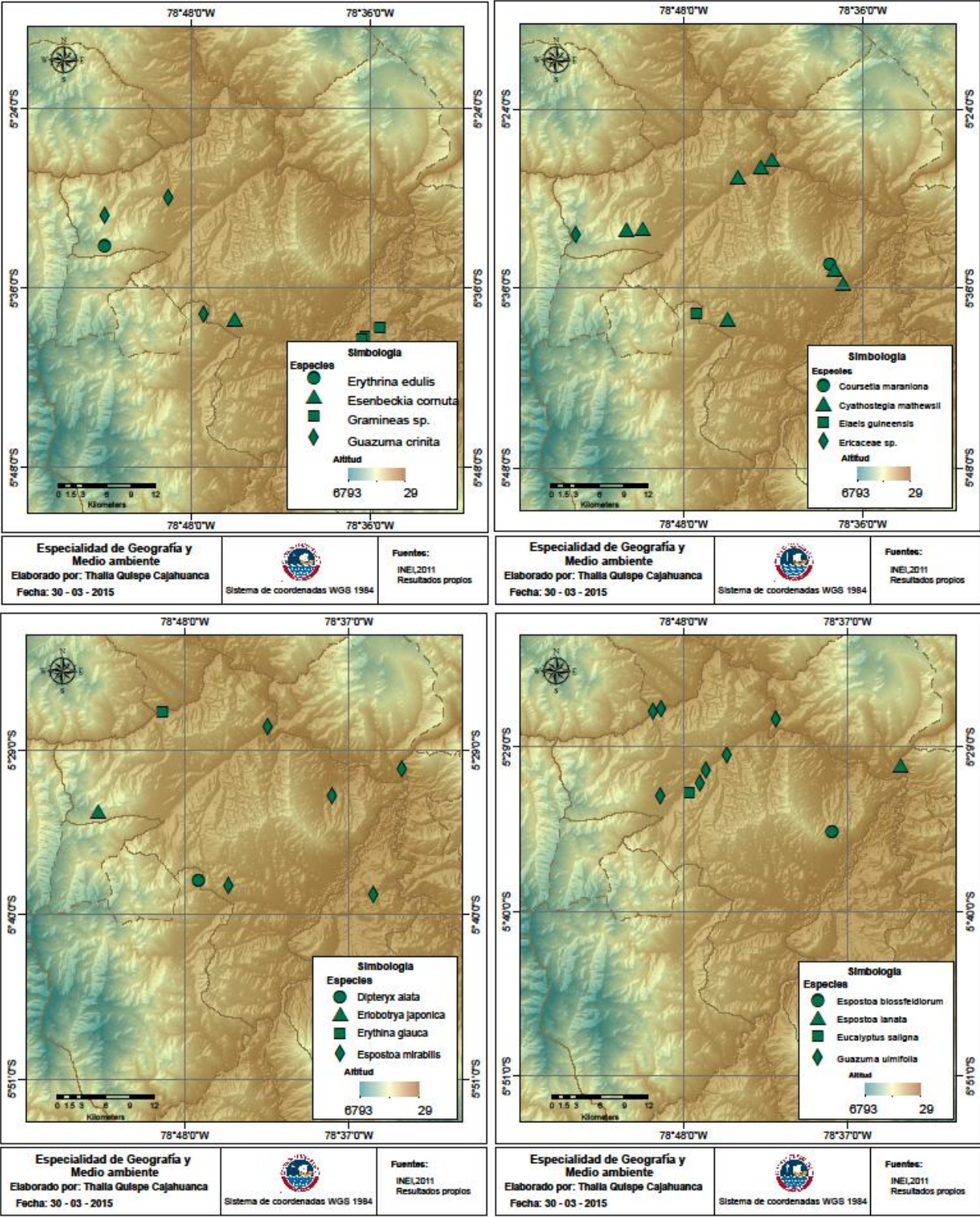


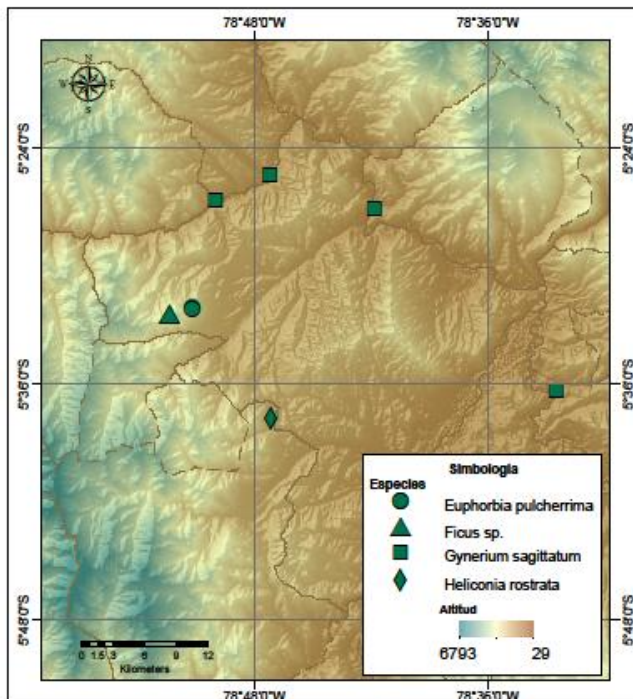
Especialidad de Geografía y Medio ambiente
Elaborado por: Thalia Gulspe Cajahuanca
Fecha: 30 - 03 - 2015



Sistema de coordenadas WGS 1984

Fuentes:
INEL 2011
Resultados propios

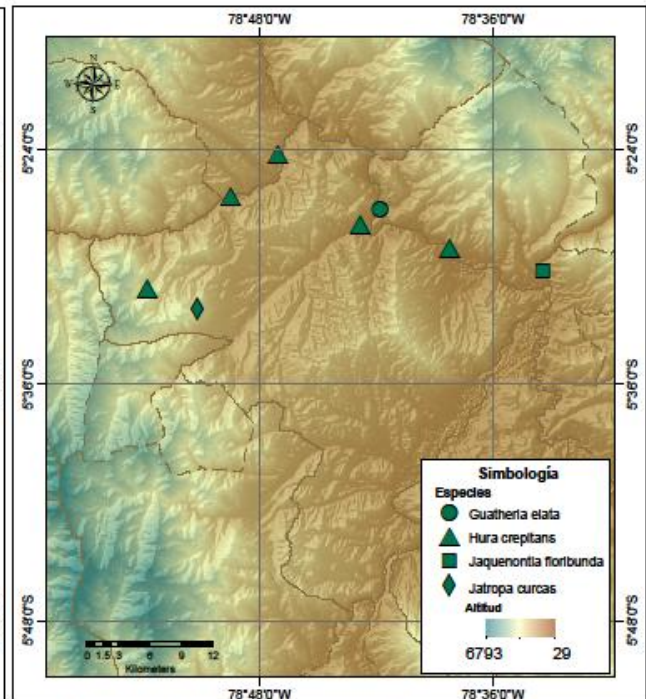





Especialidad de Geografía y Medio ambiente
Elaborado por: Thalia Gulsepe Cajahuanca
Fecha: 30 - 03 - 2015


Sistema de coordenadas WGS 1984

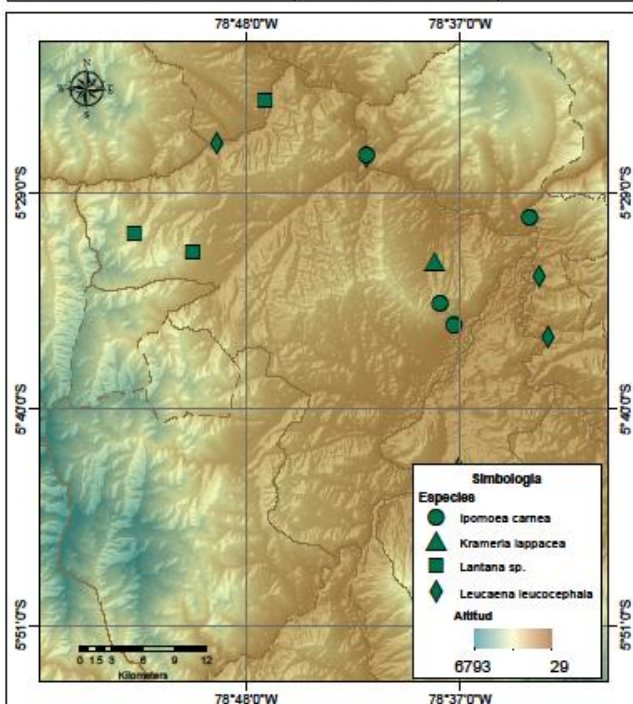
Fuentes:
INEI, 2011
Resultados propios




Especialidad de Geografía y Medio ambiente
Elaborado por: Thalia Gulsepe Cajahuanca
Fecha: 30 - 03 - 2015


Sistema de coordenadas WGS 1984

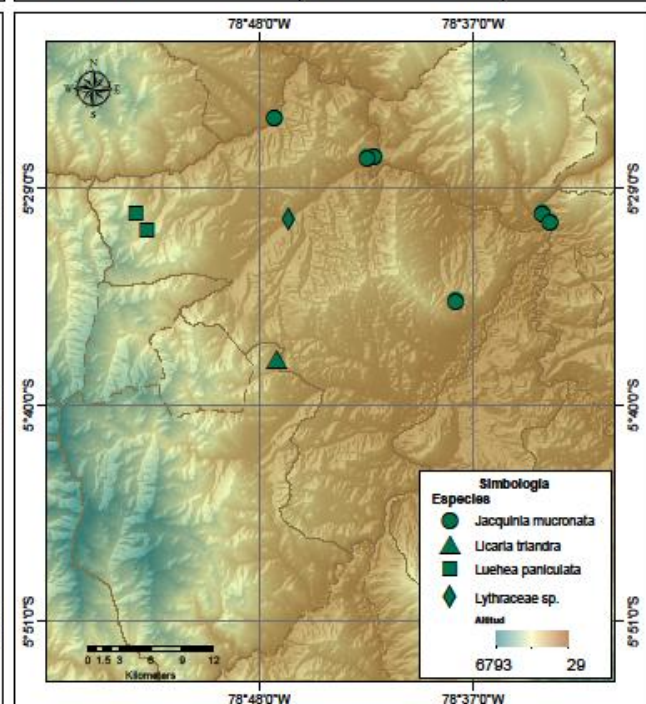
Fuentes:
INEI, 2011
Resultados propios




Especialidad de Geografía y Medio ambiente
Elaborado por: Thalia Gulsepe Cajahuanca
Fecha: 30 - 03 - 2015


Sistema de coordenadas WGS 1984

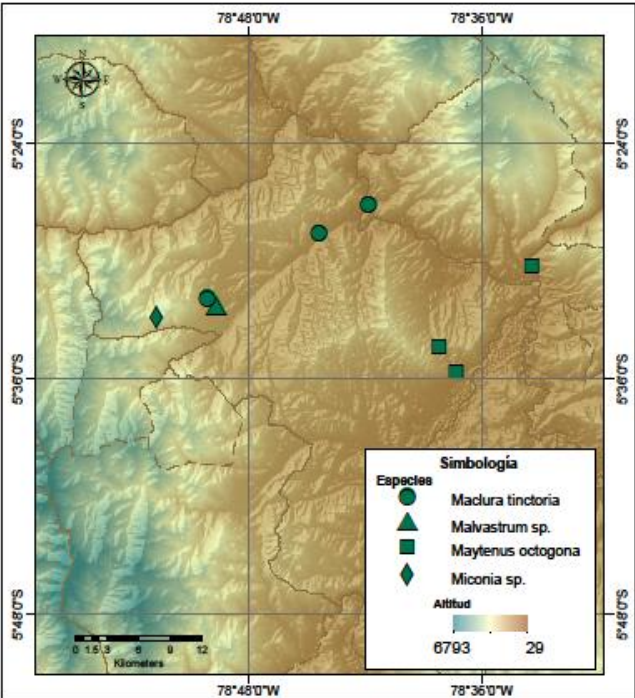
Fuentes:
INEI, 2011
Resultados propios



Especialidad de Geografía y Medio ambiente
Elaborado por: Thalia Gulsepe Cajahuanca
Fecha: 30 - 03 - 2015


Sistema de coordenadas WGS 1984

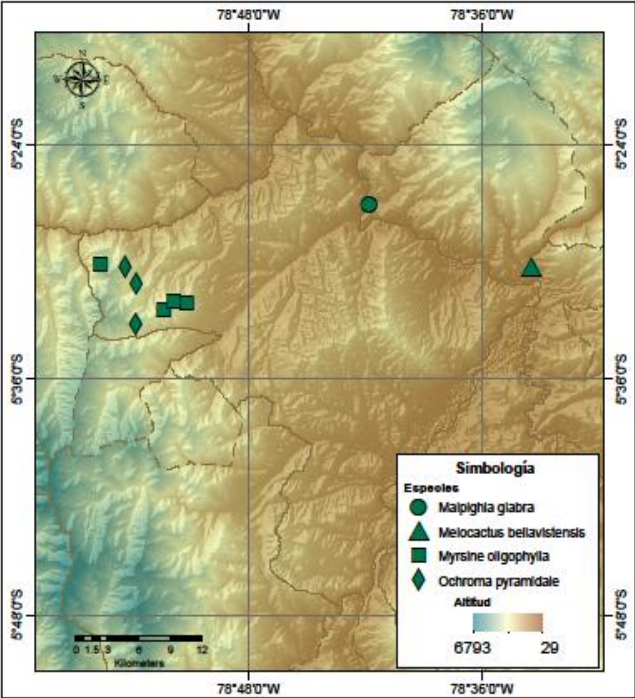
Fuentes:
INEI, 2011
Resultados propios



Especialidad de Geografía y Medio ambiente
Elaborado por: Thalia Gulsepe Cajahuanca
Fecha: 30 - 03 - 2015

Sistema de coordenadas WGS 1984

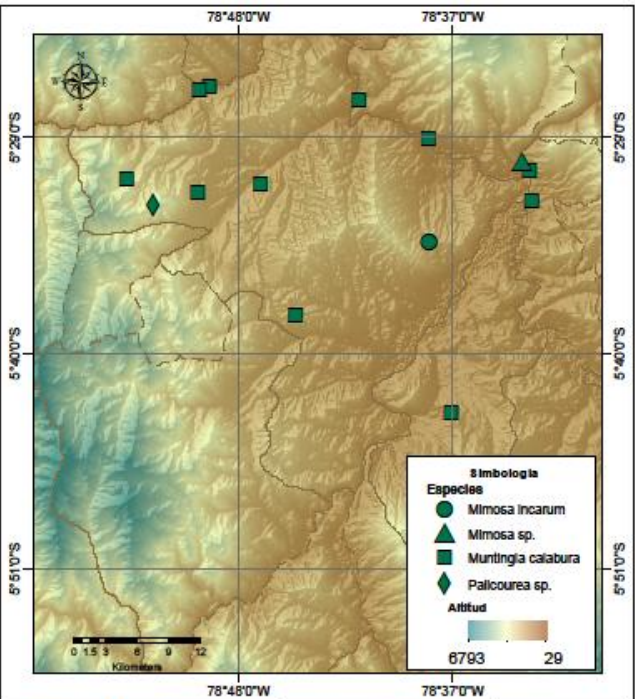
Fuentes:
INEL 2011
Resultados propios



Especialidad de Geografía y Medio ambiente
Elaborado por: Thalia Gulsepe Cajahuanca
Fecha: 30 - 03 - 2015

Sistema de coordenadas WGS 1984

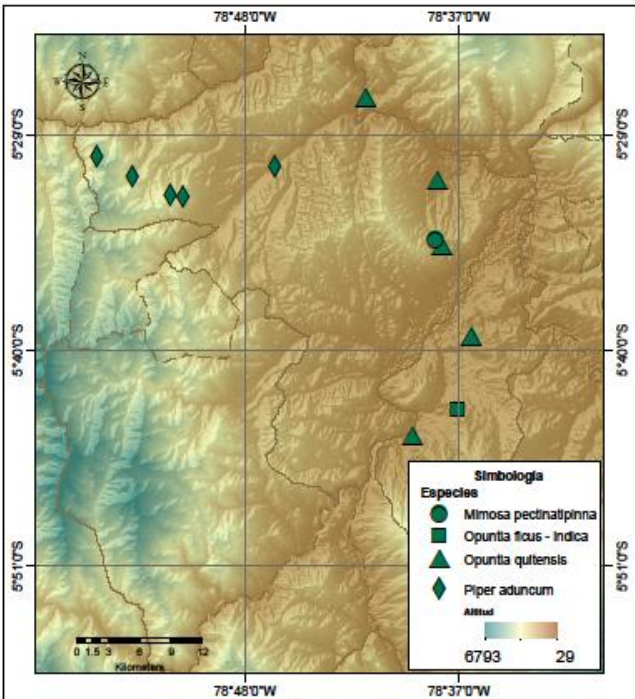
Fuentes:
INEL 2011
Resultados propios



Especialidad de Geografía y Medio ambiente
Elaborado por: Thalia Gulsepe Cajahuanca
Fecha: 30 - 03 - 2015

Sistema de coordenadas WGS 1984

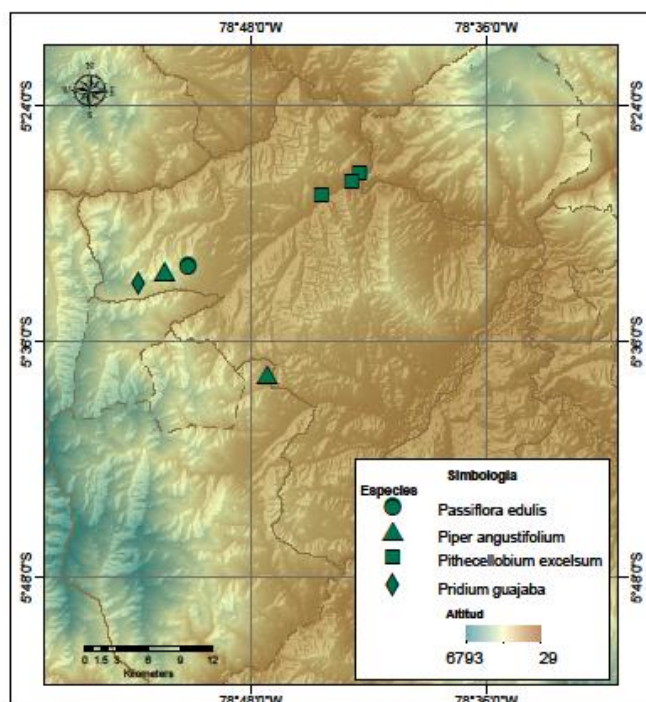
Fuentes:
INEL 2011
Resultados propios



Especialidad de Geografía y Medio ambiente
Elaborado por: Thalia Gulsepe Cajahuanca
Fecha: 30 - 03 - 2015

Sistema de coordenadas WGS 1984

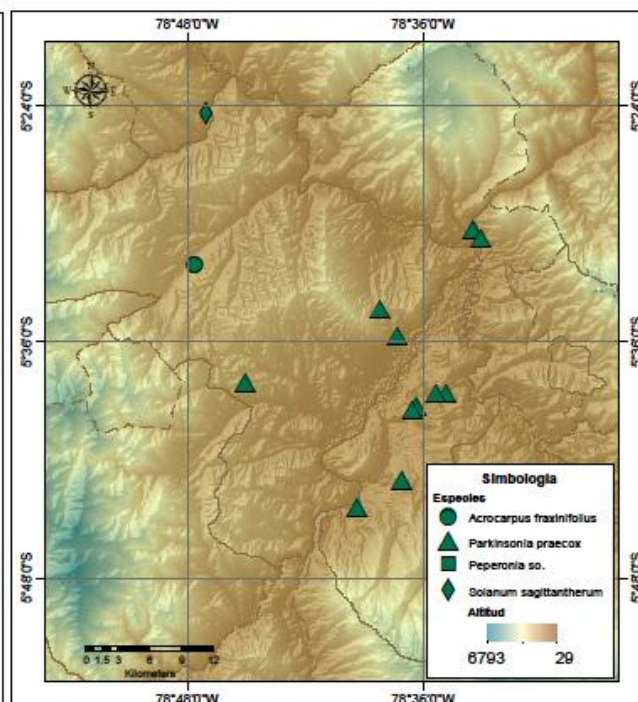
Fuentes:
INEL 2011
Resultados propios



Especialidad de Geografía y Medio ambiente
Elaborado por: Thalia Gulspe Cajahuana
Fecha: 30 - 03 - 2015

Sistema de coordenadas WGS 1984

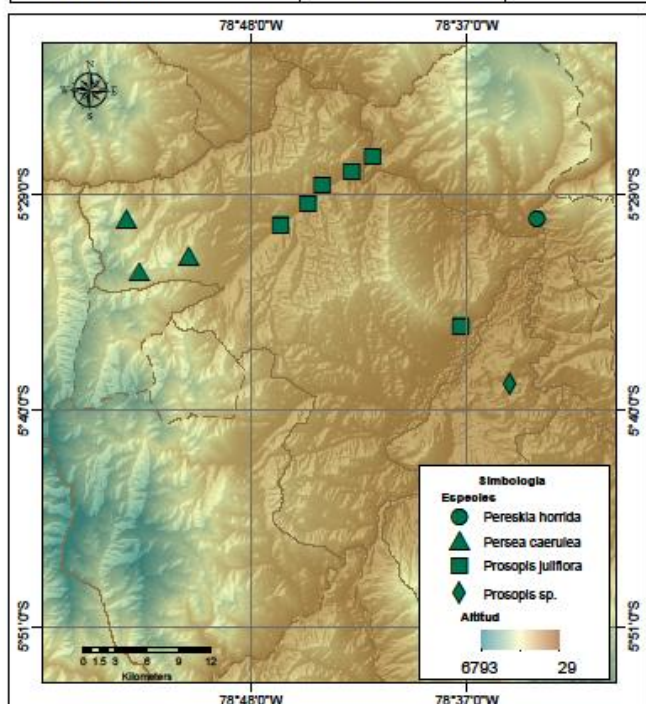
Fuentes:
INEL, 2011
Resultados propios



Especialidad de Geografía y Medio ambiente
Elaborado por: Thalia Gulspe Cajahuana
Fecha: 30 - 03 - 2015

Sistema de coordenadas WGS 1984

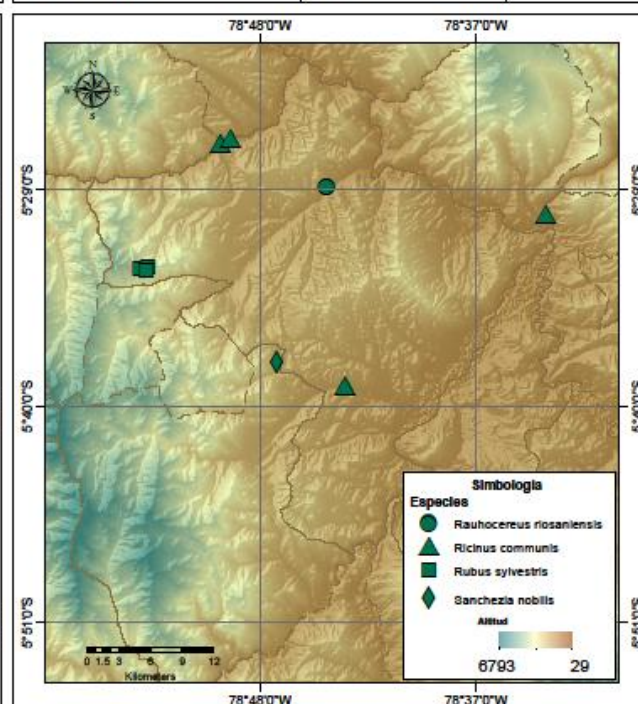
Fuentes:
INEL, 2011
Resultados propios



Especialidad de Geografía y Medio ambiente
Elaborado por: Thalia Gulspe Cajahuana
Fecha: 30 - 03 - 2015

Sistema de coordenadas WGS 1984

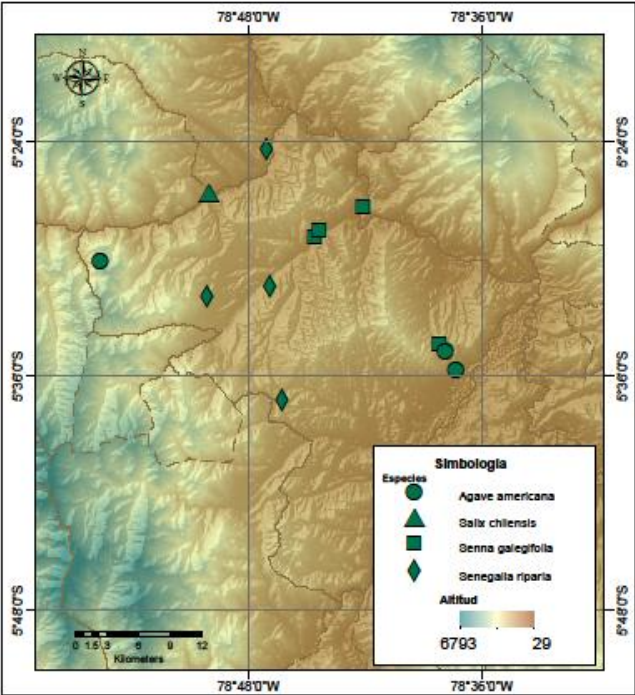
Fuentes:
INEL, 2011
Resultados propios



Especialidad de Geografía y Medio ambiente
Elaborado por: Thalia Gulspe Cajahuana
Fecha: 30 - 03 - 2015

Sistema de coordenadas WGS 1984

Fuentes:
INEL, 2011
Resultados propios

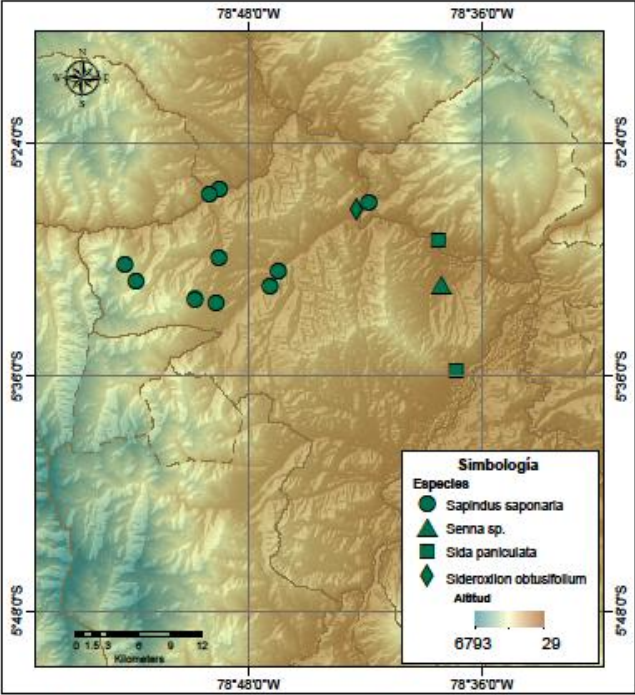


Especialidad de Geografía y Medio ambiente
Elaborado por: Thalia Quispe Cajahuanca
Fecha: 30 - 03 - 2015



Sistema de coordenadas WGS 1984

Fuentes:
INEI, 2011
Resultados propios

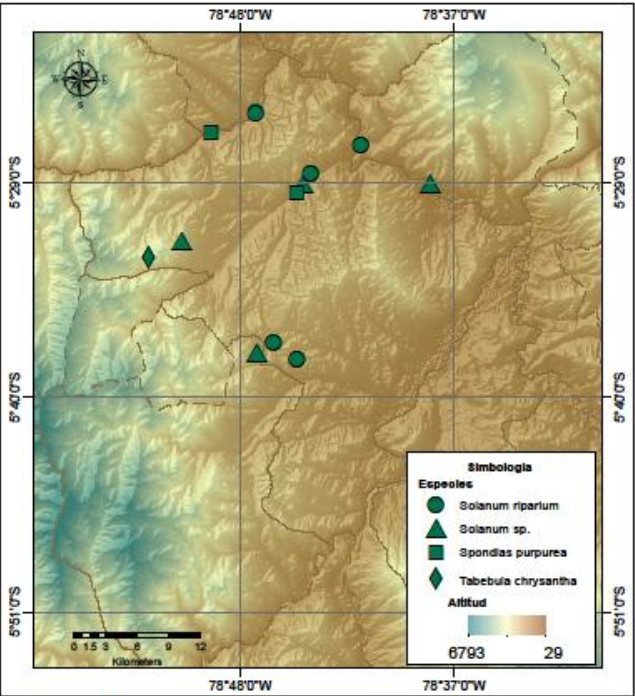


Especialidad de Geografía y Medio ambiente
Elaborado por: Thalia Quispe Cajahuanca
Fecha: 30 - 03 - 2015



Sistema de coordenadas WGS 1984

Fuentes:
INEI, 2011
Resultados propios

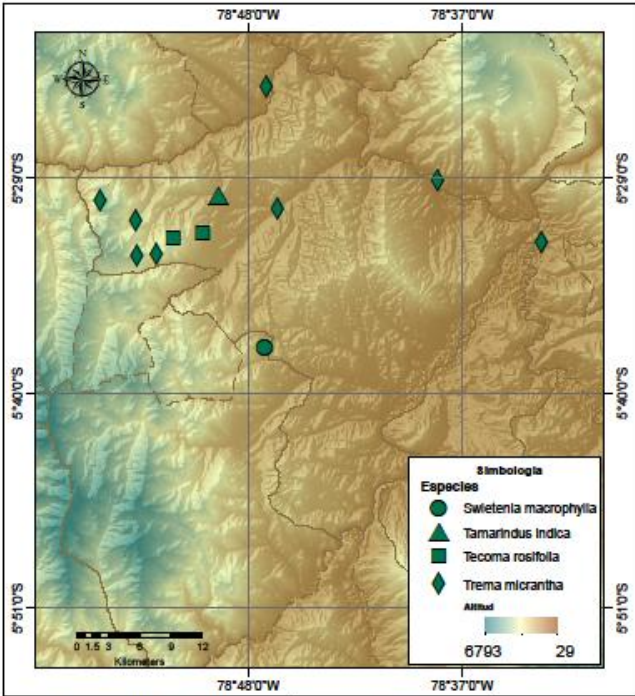


Especialidad de Geografía y Medio ambiente
Elaborado por: Thalia Quispe Cajahuanca
Fecha: 30 - 03 - 2015



Sistema de coordenadas WGS 1984

Fuentes:
INEI, 2011
Resultados propios

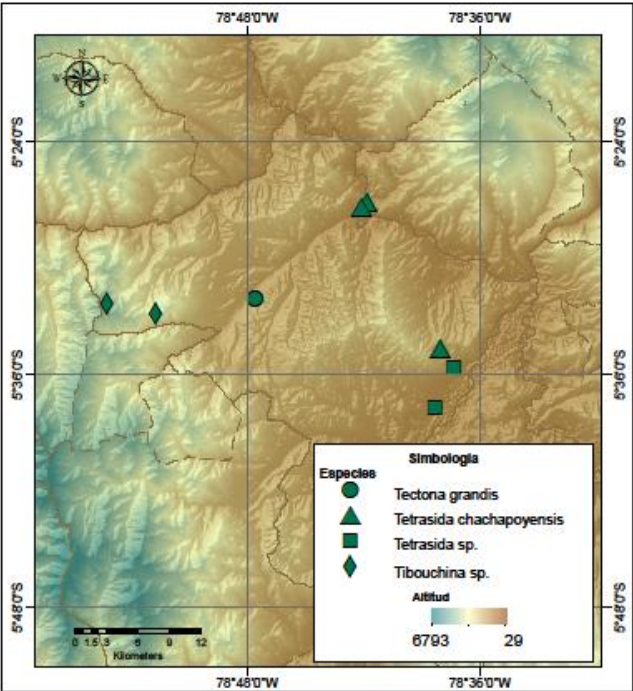


Especialidad de Geografía y Medio ambiente
Elaborado por: Thalia Quispe Cajahuanca
Fecha: 30 - 03 - 2015



Sistema de coordenadas WGS 1984

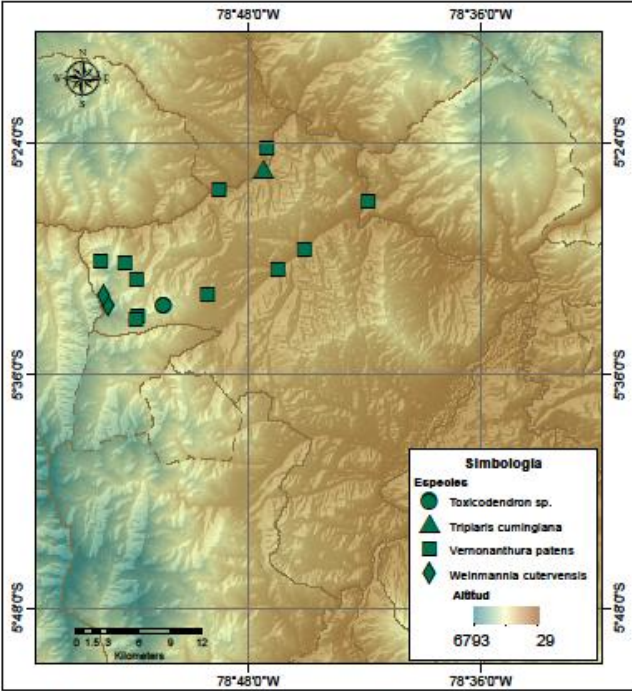
Fuentes:
INEI, 2011
Resultados propios



Especialidad de Geografía y Medio ambiente
Elaborado por: Thalia Qulspe Cajahuanca
Fecha: 30 - 03 - 2015



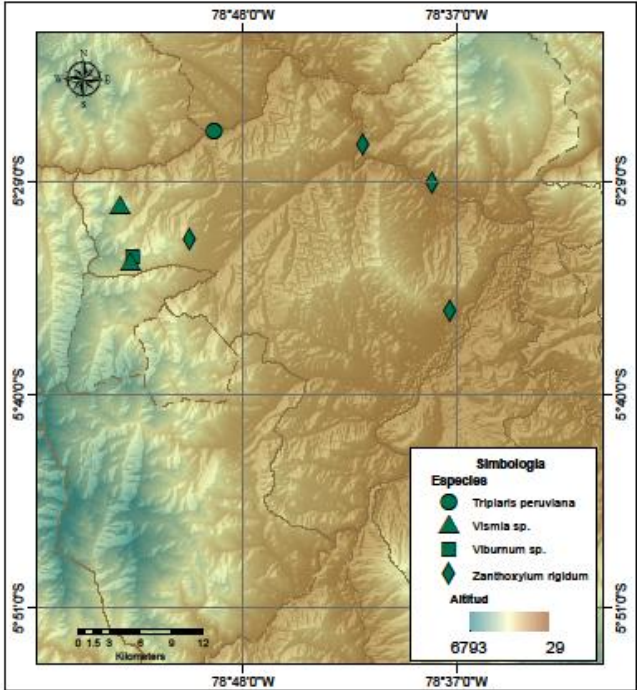
Fuentes:
INEI, 2011
Resultados propios



Especialidad de Geografía y Medio ambiente
Elaborado por: Thalia Qulspe Cajahuanca
Fecha: 30 - 03 - 2015



Fuentes:
INEI, 2011
Resultados propios



Especialidad de Geografía y Medio ambiente
Elaborado por: Thalia Qulspe Cajahuanca
Fecha: 30 - 03 - 2015



Fuentes:
INEI, 2011
Resultados propios

ANEXO 5

ALBUM FOTOGRÁFICO DE LAS ESPECIES VEGETALES IDENTIFICADAS
EN EL ÁREA DE ESTUDIO, DISTRITOS DE BELLAVISTA Y EL MILAGRO

*Acacia arona**Acacia arona**Acacia macracantha**Acacia macracantha**Acalypha macrostachya**Acalypha sp.**Acalypha sp.*



Agave americana



Albizia multiflora



Ambrosia peruviana



Ambrosia peruviana



Apocynaceae



Armatocereus rauhii



Armatocereus rauhii



Armatocereus rauhii



Aspidosperma pohliianum



Asteraceae



Asteraceae



Baccharis sp



Baccharis sp.



Bidens pilosa



Bougainvillea peruviana



Bromelia sp.



Browningia altissima



Browningia altissima



Brugmansia sp.



Caesalpinia sp.



Calycophyllum spruceanum



Calycophyllum spruceanum



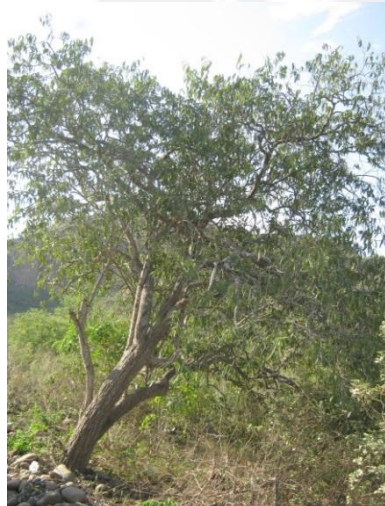
Calycophyllum spruceanum



Calyptranthes sp.



Calyptranthes sp



Capparis flexuosa



Capparis scabrida



Cecropia engleriana



Ceiba insignis



Ceiba insignis



Ceiba pentandra



Ceiba pentandra



Ceiba pentandra



Ceiba trichistandra



Cestrum sp.



Cestrum sp



Clusia sp.



Colubrina glandulosa



Cordia alliodora



Cordia lutea



Cordia lutea



Croton thurifer



Croton thurifer



Cyathostegia mathewsii



Cyathostegia mathewsii



Desmodium



Elaeis guineensis



Erythrina glauca



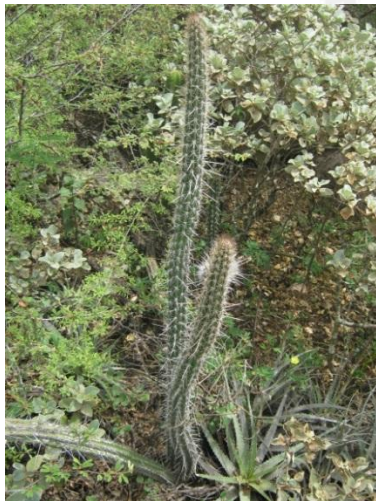
Espostoa blossfeldiorum



Espostoa lanata



Espostoa mirabilis



Espostoa mirabilis



Euphorbia pulcherrima



Ficus sp.



Guatheria elata



Guazuma crinita



Guazuma crinita



Guazuma ulmifolia



Guazuma ulmifolia



Gynerium sagittatum



Heliconia rostrata



Hura crepitans



Ipomoea carnea



Ipomoea carnea



Ipomoea carnea



Jacquinia mucronata



Jacquinia mucronata



Jacquinia mucronata



Jaquenontia floribunda



Jaquenontia floribunda



Jatropa curcas



Jatropa curcas



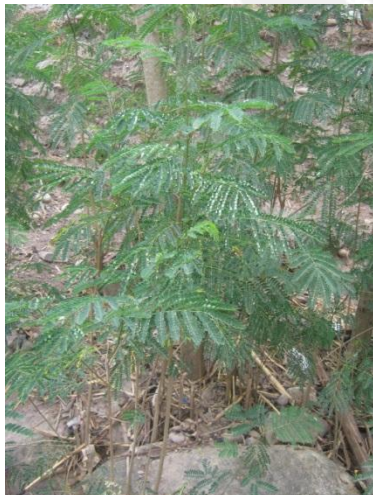
Krameria lappace



Lantana sp.



Lantana sp.



Leucaena leucocephala



Leucaena leucocephala



Licaria triandra



Lythraceae sp.



Lythraceae sp



Maclura tinctoria



Malpighia glabra



Malvastrum sp.



Maytenus octogona



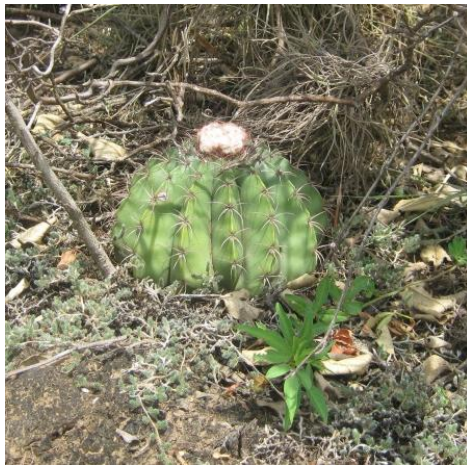
Maytenus octogona



Maytenus octogona



Melocactus bellavistensis



Melocactus bellavistensis



Melocactus bellavistensis



Miconia sp



Mimosa incarum



Mimosa sp.



Mimosa sp.



Muntingia calabura



Muntingia calabura



Myrsine oligophylla



Myrsine oligophylla



Myrsine oligophylla



Nicotiana tabacum



Opuntia quitensis



Opuntia quitensis



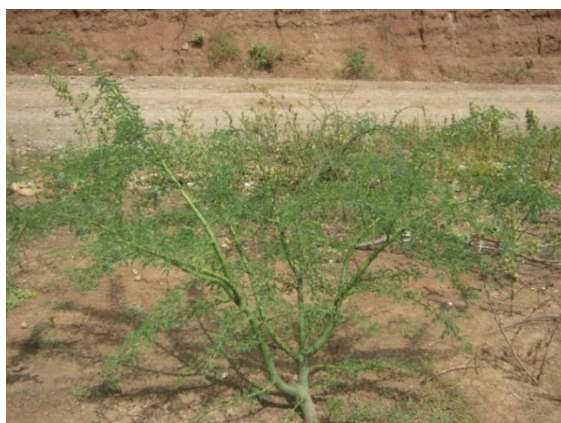
Opuntia quitensis



Palicourea sp.



Parkinsonia praecox



Parkinsonia praecox



Parkinsonia praecox



Parkinsonia praecox



Passiflora edulis



Peperonia sp



Pereskia horrida



Persea caerulea



Piper aduncum



Piper angustifolium



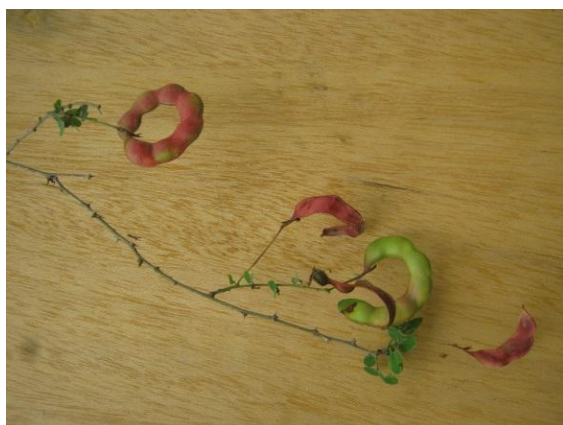
Pipterix elata



Pithecellobium excelsum



Pithecellobium excelsum



Pithecellobium excelsum



Pithecellobium excelsumh



Prosopis juliflora



Ricinus communis



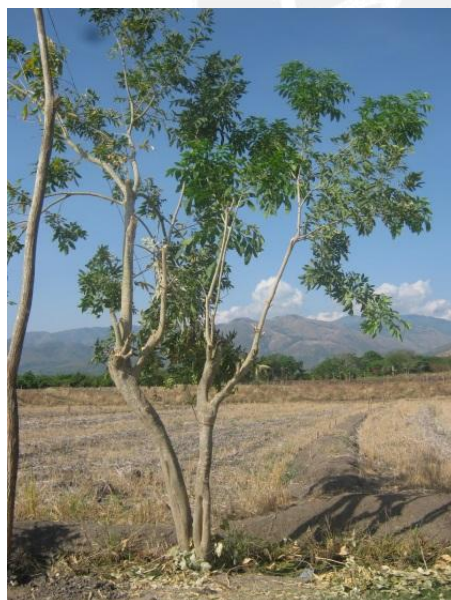
Rubus sylvestris



Rubus sylvestris



Sanchezia nobilis



Sapindus saponaria



Sapindus saponaria



Senegalia riparia



Senegalia riparia



Senna galegifolia



Sida paniculata



Solanum sp.



Solanum sp.



Solanum sp.



Swietenia macrophylla



Tecoma rosifolia



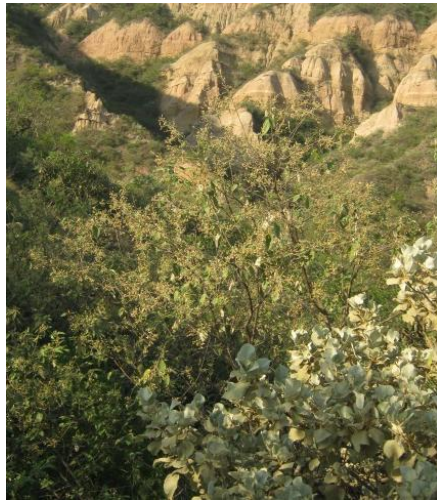
Tecoma rosifolia



Tetrasida sp.



Tetrasida chachapoyensis



Tetrasida chachapoyensis



Tibouchina sp.



Tibouchina sp.



Toxicodendron sp



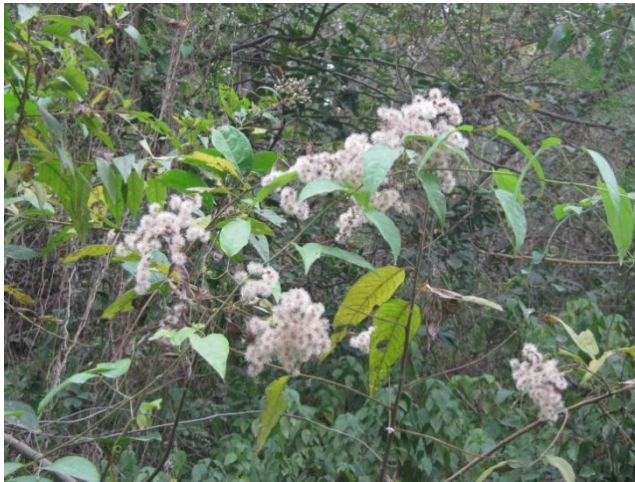
Trema micrantha



Vernonanthura patens



Vernonanthura patens



Vernonia patens



Vernonia patens



Viburnum sp.



Zanthoxylum rigidum



Zanthoxylum rigidum

ANEXO 6

REGISTRO FOTOGRÁFICO PAISAJÍSTICO DE BELLAVISTA Y EL MILAGRO



Los apus del bosque seco



Detalle desde el puente El Milagro



Detalle de cerro y vegetación



Desbroce de vegetación



Bosque de cactáceas



Quema y destrucción de xerófitas en El Milagro



El rio Marañon



Vegetación ribereña de caña brava



Mosaico de vegetación de bosque seco



Produccion de arrozales ganan las riberas



Cultivos inundabñes de *oryza sativa*, arroz



Panoramicas de laderas con vegetación natural



Cercos vivos



Recodo de la quebrada Shumba



Propietarios privados preparan terrenos para cultivo



Pajonal privado



Río Chinchipe



Herbáceas a la luz del sol



Vista panorámica



Detalle fisiográfico



Perturbación por fuego



Paisaje de bosque seco



Bosque de ladera intervenido



Vista desde San Antonio de Chingama



Vistas de cerros con vegetación escasa



En dirección al Pongo de Rentema



El pngo de rentema, confluencia entre los ríos Marañón, Chinchipe y Utcubamba

EL BOSQUE DE YANAHUANCA

AREA DE CONSERVACION DE PROPIEDAD PRIVADA



ESPECIES SEMBRADAS

